

GNG1503 – Génie de la conception

Projet de conception

Livrable K

Manuel d'utilisation et de produit pour le projet de conception

Soumis par:

Anti-Bruit - FB22

Adon, Priscillia (300268777)

Diop, Dieynaba (300431573)

Laverdière, Sophia (300391864)

St-Denis, Marie-Eve (300375529)

Succar, Jude (300403094)

Vitin, Hilarion (300352197)

Automne 2024

Université d'Ottawa

Table des Matières

Table des matières.....	ii
Liste de Figures.....	v
Liste de Tableaux.....	vii
Liste d'acronymes et glossaire.....	viii
1 - Introduction	9
2 - Aperçu	9
2.1 - Conventions	11
2.2 - Mises en garde & avertissements.....	11
3 - Pour commencer	12
3.1 - Considérations pour la configuration	14
3.2 - Considérations pour l'accès des utilisateurs	17
3.3 - Accéder/installation du système	18
3.4 - Organisation du système & navigation	20
3.5 - Quitter le système.....	21
4 – Utiliser le système	21
4.1 – Comprendre les alertes.....	22
4.1.1 – DEL allumée.....	22
4.1.2 – Écran LCD allumé	23
4.2 – Comprendre l'utilisation des séparateurs.....	23
4.2.1 – Séparateur rangé	24
4.1.2 – Séparateur installé.....	24
5 – Dépannage et assistance	25

5.1 - Messages ou comportements d'erreur.....	29
5.2 - Considérations spéciales.....	29
5.3 - Entretien.....	29
5.4 - Assistance	30
6 - Documentation du produit.....	30
6.1 – Boîtier du système d'alerte visuelle (prototype 1)	32
6.1.1 - NDM (Nomenclature des Matériaux).....	33
6.1.2 - Liste d'équipements.....	34
6.1.3 - Instructions.....	34
6.1.4 – Essais et validation.....	37
6.2 – Circuit électrique (prototype 2).....	40
6.2.1 - NDM (Nomenclature des Matériaux).....	40
6.2.2 - Liste d'équipements.....	41
6.2.3 - Instructions.....	41
6.2.4 – Essais et validation.....	42
6.3 – Combinaison des systèmes (prototype 3)	43
6.3.1 - NDM (Nomenclature des Matériaux).....	44
6.3.2 - Liste d'équipements.....	45
6.3.3 - Instructions.....	46
6.3.4 – Essais et validation.....	49
7 - Conclusions et recommandations pour les travaux futurs.....	51
8 - Bibliographie	53
APPENDICES	54

APPENDICE I: Fichiers de conception	54
APPENDICE II: Autres Appendices.....	55

Liste de Figures

Figure 1 – Aperçu du produit final sur un bureau.....	11
Figure 2 – Dessin de conception détaillée.....	13
Figure 3 – Dessin de conception rapproché du système d’alerte.....	13
Figure 4 – Boîtier mal installé au bureau	14
Figure 5 – Boîtier correctement installé au bureau	15
Figure 6 – Programmation (1)	16
Figure 7 – Programmation (2)	17
Figure 8 – Programmation (3)	17
Figure 9 – Installation (1).....	18
Figure 10 – Installation (2).....	19
Figure 11 – Installation (3).....	20
Figure 12 – Alertes présentées sur le boîtier de système d’alerte.....	22
Figure 13 – Bureaux de Services Partagés Canada.....	24
Figure 14 – Entreposage du séparateur	24
Figure 15 – Séparateur installé au bureau	25
Figure 16 - Boîtier correctement branché.....	26
Figure 17 – Positionnement non-optimal du séparateur	28
Figure 18 - Positionnement optimal du séparateur	28
Figure 19 – Circuit Arduino	32
Figure 20 - Partie inférieure du boîtier sur Onshape.....	35
Figure 21 - Partie intermédiaire du boîtier: Support des composantes	35
Figure 22 - Partie intermédiaire du boîtier: Vue ensemble	35

Figure 23 - Boîtier complet sur Onshape	36
Figure 24 – Boîtier imprimé	36
Figure 25 – Intérieur du boîtier imprimé.....	37
Figure 26 – Résultats du sondage (1).....	38
Figure 27 – Résultats du sondage (2).....	39
Figure 28 – Résultats du sondage (3).....	39
Figure 29 – Intérieur du boîtier.....	47
Figure 30 – Collant et crochet	48
Figure 31 – Crochet à l’intérieur du bureau	49
Figure 32 – Installation complète du produit.....	49

Liste de Tableaux

Tableau 1. Acronymes.....	viii
Tableau 2. Coût des matériaux et des composantes du prototype 1	34
Tableau 3. Dimensions de la composante Arduino VS les dimensions dans le boîtier	40
Tableau 4. Coût des matériaux et des composantes du prototype 2	41
Tableau 5. Identification des niveaux sonores par le capteur de son.....	43
Tableau 6. Évaluation des résultats de différents taux de clignotement	43
Tableau 7. Coût des matériaux et des composantes du prototype final	45
Tableau 8. Réponses des utilisateurs.....	50
Tableau 9. Solidité du boîtier en fonction de la hauteur de chute (m).....	51
Tableau10. Documents référencés	54
Tableau 11. Autres documents référencés.....	55

Liste d'acronymes

Tableau 1. Acronymes

Acronyme	Définition
IDE	Integrated development environment, une application software aidant les programmeurs de développer des codes softwares efficacement.
LCD	Affichage par cristaux liquides.
LED	Abréviation de l'anglais « light emitting diode » désignant une diode électroluminescente.
NDM	Nomenclature des matériaux
PLA	Matériel de plastique
VCC	Voltage Common Collector, un voltage alimentaire positif pour des circuits électriques

1 - Introduction

Dans le cadre de ce projet, nous avons conçu une solution innovante visant à atténuer les nuisances sonores dans les bureaux partagés, répondant aux attentes exprimées par Services Partagés Canada. Cette initiative s'inscrit dans le contexte actuel d'un environnement de travail hybride, où la disparition des espaces de travail individuels a exacerbé les distractions liées au bruit ambiant. L'objectif principal était de développer un dispositif efficace, ergonomique et adaptable, capable de détecter et de réduire les bruits excessifs tout en respectant la flexibilité et la modularité des lieux.

Pour orienter nos travaux, nous avons énoncé des hypothèses selon lesquelles dans un premier temps les nuisances sonores constitueraient un obstacle majeur à la concentration et à la productivité dans les environnements de bureaux partagés. Dans un second temps nous avons mentionnés qu'une combinaison d'un système de détection sonore et de séparateurs insonorisant peut significativement améliorer le confort et le bien-être des employés afin de terminer avec le fait que la simplicité d'installation et d'utilisation ainsi que la modularité de la solution seraient des éléments essentiels pour garantir son adoption et son efficacité.

Pour nous guider tout au long de ce document, il sera organisé en quatre sections principales. La première Section 1 représente une description détaillée des spécifications techniques du produit et des choix de conception. La deuxième, elle, s'accroît sur les résultats des tests réalisés sur les prototypes, accompagnés de leurs analyses. Pour la section 3, un manuel d'utilisation sera destiné à guider les utilisateurs dans l'installation et le fonctionnement du produit.

Pour terminer nous mettrons l'accent sur les considérations finales concernant la mise en œuvre à grande échelle, ainsi que les impacts attendus de la solution.

L'objectif de ce rapport est d'offrir une vue complète sur l'ensemble des travaux réalisés, depuis la phase de l'empathie jusqu'à l'intégration finale de la solution. Il s'adresse principalement aux gestionnaires d'espaces de travail, aux représentants de Services Partagés Canada, ainsi qu'aux équipes techniques responsables de l'installation et de la maintenance du produit.

Enfin, il est essentiel de mentionner que le respect rigoureux des consignes d'installation est indispensable pour prévenir tout risque lié aux composants électroniques et que le dispositif a été conçu de manière à ne collecter ni conserver aucune donnée personnelle, garantissant ainsi la protection de la vie privée des employés.

2 - Aperçu

Pour commencer, il faut tout d'abord souligner l'importance de créer un dispositif pouvant gérer les niveaux de bruit et les distractions dans l'espace de bureau partagés pour Service Canada. En effet, Service Partagé Canada trouvaient que leur milieu de travail devenait trop bruyant en raison des bureaux partagés implémentés après la pandémie COVID-19,

surtout en raison des rencontres virtuelles. Étant donné que les distractions sonores d'un employé peuvent distraire et influencer grandement les autres employés, la productivité et la concentration diminuaient énormément au travail. Il était donc important de concevoir un produit permettant d'avertir les employés de leur niveau de bruits dérangerant afin d'augmenter l'efficacité du travail des employés.

À la suite de plusieurs rencontres avec le client, plusieurs besoins fondamentaux ont été interprétés pour la conception du produit final. Les clients ont mentionné à maintes fois qu'ils avaient besoin d'une solution qui n'était pas intrusive, simple, sécuritaire et soit accessible à tous. Donc, le produit conçu avait absolument besoin d'être facilement introduit aux utilisateurs ainsi qu'accessible à tous pour favoriser l'inclusivité et le bon fonctionnement du produit. Étant donné que les clients ne voulaient pas un produit d'alerte qui pouvait causer une gêne à l'utilisateur, ce dernier avait inévitablement besoin de ne pas mettre l'utilisateur mal à l'aise. Cela étant dit, le client recherchait un dispositif pouvant avertir lorsque c'est nécessaire et discrètement, un besoin primordial. En ce qui concerne les sons présents dans les espaces de bureaux des employés, plusieurs bruits sont négligeables comme les sons de clavier ou d'imprimerie. Donc, un besoin fondamental du produit était que ce dernier ne pouvait pas capter les bruits insignifiants. Un produit compact, esthétique et qui n'occupe pas beaucoup d'espace étaient également conseillé lors de la création du produit. Cela favorisait un produit pas trop dispendieux, mais de bonne qualité. Finalement, un critère primordial du produit est que celui-ci soit sécuritaire. Le dispositif conçu a un besoin de respecter les normes de sécurité afin que l'utilisation de ce dernier soit possible.

Bref, plusieurs besoins fondamentaux ont été mentionnées pour la conception du produit et tous ont un aspect important à la création du dispositif. En d'autres mots, le client recherche en grande partie un produit d'avertissement de bruit simple et aise pour le bien-être des employés.

Le produit conçu est muni de deux systèmes. Premièrement, il y a un système d'alerte qui est une petite boîte rectangulaire ayant une DEL rouge, un capteur de son et un écran rectangulaire tous sur le dessus de la boîte. Lorsqu'il y a un clignotement de lumière rouge ainsi qu'un message « SVP baisser le son/ PLS lower your volume » projetés sur la boîte, cela permet d'avertir un employé de son dérangement constant pendant 4 minutes de temps. Cet avertissement permettra d'avertir aux utilisateurs qui sont en train de déranger leur environnement et donc leur signale de réduire leurs nuisances sonores. Deuxièmement, il y a un système visuel à partir d'une installation facile de séparateurs sur le bureau. Le séparateur est fabriqué à partir de fibre polyester, un matériau léger et efficace dans la réduction du son. Ce dernier a trois côtés et est facilement dépliable. Il sera retrouvé sous chaque bureau individuel dans un étui accroché sur un crochet. L'utilisation des séparateurs indiquent dans un premier temps aux autres employés autour de garder un environnement silencieux. Dans un deuxième temps, celui-ci favorise également un espace personnel et tranquille aux utilisateurs. En effet, les séparateurs bloquent les distractions sonores et visuelles provenant des collègues autour de soi.

Donc, notre produit, Anti-Bruit, se distingue significativement des autres produits par son option de séparateur et un système visuel. Celui-ci est un avertisseur unique et intéressant.

Il occupe non seulement une fonction d'avertir les autres employés que l'environnement doit être silencieux, mais aussi cela bloque les distractions provenant des collègues autour de soi afin d'avoir un espace plus privé. De plus, il faut prendre en considération que notre produit a deux options pour réduire les nuisances sonores contrairement à une. Cela permet aux utilisateurs d'effectuer leur propre choix d'utiliser le séparateur basé sur leur besoin actuel. En plus, les séparateurs sont facilement entreposables, ce qui facilite son usage.



Figure 1 – Aperçu du produit final sur un bureau

2.1 - Conventions

Notre produit ne nécessite pas d'actions multiples de la part de l'utilisateur. Toutefois, il est important que l'utilisateur, ou l'employé concerné, soit conscient que lorsque la lumière rouge du système d'alerte s'allume, cela signifie que le niveau sonore a dépassé la limite acceptable.

2.2 - Mises en garde & avertissements

Pour le boîtier :

La fixation des composants de notre boîtier n'est pas fiable. Voilà pourquoi il faudrait faire attention à ce que le produit ne chute pas de plusieurs centimètres. L'utilisateur pourrait donc, par exemple, éviter de le mettre au bout de la table.

De plus, étant donné que le produit est composé de fils électriques, il faudrait rigoureusement éviter le contact avec toute espèce liquide.

Pour le séparateur insonorisant :

Le matériel qui compose notre séparateur est du polyester qui est un carburant capable de polluer l'atmosphère. Il ne faudrait jamais placer à côté du séparateur des objets qui dégagent beaucoup de chaleur. Cependant, il n'est pas aussi inflammable que certains autres fibres (coton, lin). Il nécessite beaucoup de chaleur pour que le polyester prenne en feu.

3 - Pour commencer

Présentation générale du système :

Le système conçu propose une solution intégrée pour atténuer les nuisances sonores dans les bureaux partagés. Il répond aux besoins spécifiques des utilisateurs tout en maintenant la flexibilité des espaces de travail. Ce dispositif repose sur deux éléments principaux :

- **Boîtier de détection sonore avec système d'alerte visuelle :**

Ce boîtier compact et léger, au cœur de notre système, intègre un capteur sonore, une carte Arduino, un écran LCD et une lumière DEL rouge clignotante. Lorsqu'un seuil sonore prédéfini est dépassé, il déclenche une alerte double :

1. Un message contextuel s'affiche sur l'écran LCD, invitant l'utilisateur à réduire le volume.
2. La lumière DEL clignote, offrant un signal visuel discret mais efficace pour attirer l'attention sans perturber l'environnement.

Conçu pour une installation sur un bureau, le boîtier est facilement déplaçable, garantissant une utilisation flexible et pratique selon les besoins des utilisateurs.

- **Séparateurs insonorisant modulaires et pliables :**

Les séparateurs apportent une solution supplémentaire en réduisant les distractions sonores et en améliorant le confort des utilisateurs. Ces séparateurs pliables, fabriqués à partir de fibres polyester, un matériel acoustiques léger et performant, absorbent efficacement les bruits ambiants. Ces séparateurs sont conçus pour être facilement manipulés et rangés. Lorsqu'ils ne sont pas utilisés, ils se plient et se rangent dans un étui prévu à cet effet, accroché à l'intérieur des bureaux pour un accès pratique. Ils peuvent être installés rapidement autour de l'espace de travail pour créer une barrière sonore temporaire, adaptée aux besoins de chaque utilisateur.

En combinant ces deux éléments, notre système offre une solution complète pour réduire les nuisances sonores tout en garantissant une utilisation simple et une intégration fluide dans les environnements de travail modernes.

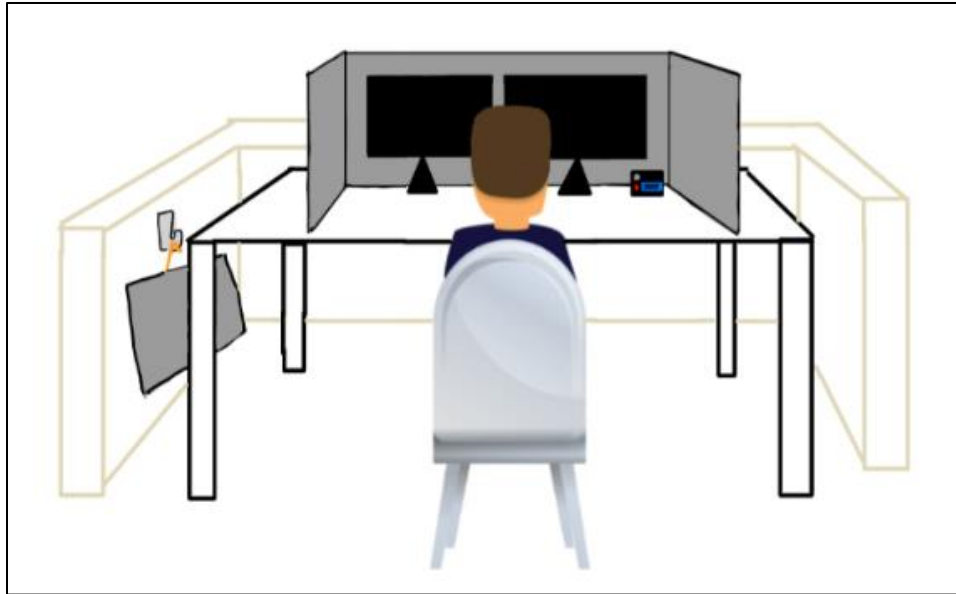


Figure 2 – Dessin de conception détaillée

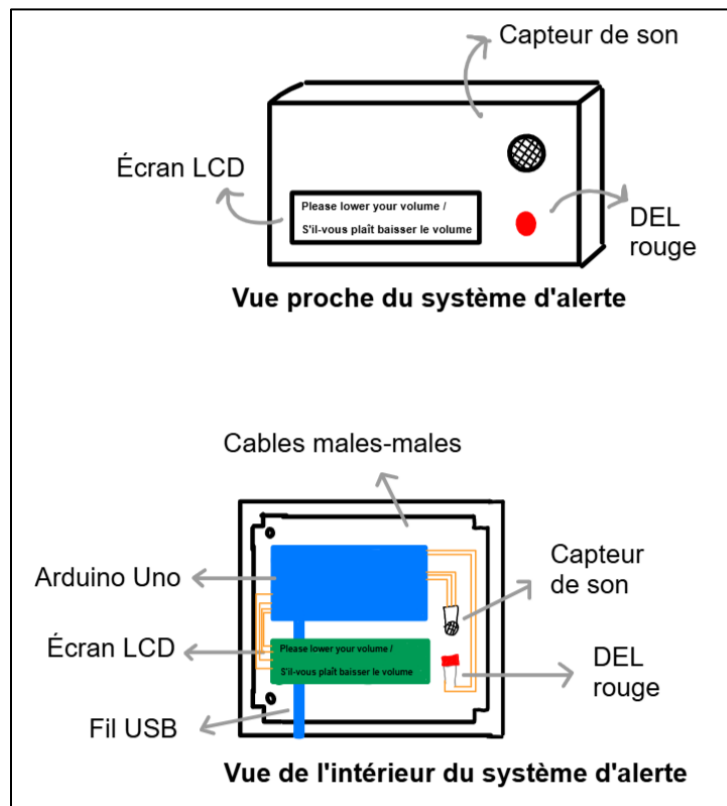


Figure 3 – Dessin de conception rapproché du système d'alerte

3.1 - Considérations pour la configuration

Notre prototype est composé de parties physiques et logicielles. Nous avons donc des considérations physiques et logicielles.

Considérations physiques :

Premièrement, nous avons un boîtier qui contient le circuit du système d'alerte. Ses dimensions sont de 9.024 cm x 81.5 cm x 68 cm. Il est fait à partir de plastique PLA, un matériel léger et qui est esthétique. Le boîtier doit être placé avec l'écran et la DEL rouge faisant face à l'employé qui est assis à son bureau. Ceci permet que l'attention de l'employé soit attirée s'il parle trop fort. De plus, ceci permet que le capteur de son, retrouvé dans le boîtier, enregistre efficacement les sons provenant de l'employé. Ensuite, le boîtier doit être bien connecté à l'ordinateur utilisé pour le code. Veuillez consulter les figures ci-dessous afin de s'assurer que le boîtier est correctement installé.



Figure 4 – Boîtier mal installé au bureau



Figure 5 – Boîtier correctement installé au bureau

Deuxièmement, le circuit électrique est situé à l'intérieur du boîtier. Il n'y a aucune manipulation à faire de la part de l'utilisateur. Cependant, il est important que le boîtier, comme mentionné précédemment, soit bien entreposé et installé afin de s'assurer que les composantes électriques ne soient pas endommagées.

Considérations logicielles :

Notre composante logicielle contrôle la lumière DEL, le capteur sonore et l'écran LCD. Le code est configuré à partir de Arduino IDE et aucune manipulation du côté de l'utilisateur est nécessaire.

Veuillez consulter les prochaines figures afin de comprendre les données d'entrée et de sortie de la programmation.

```

1  #include <Wire.h>
2  #include <LiquidCrystal_I2C.h>
3
4
5  const int soundSensorPin = A0;
6  const int ledPin = 13;
7  LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
8
9  // Constantes personnalisables
10 const int detectionTime = 3000; // Temps en millisecondes que la valeur doit rester à 0
11 const int blinkDuration = 5000; // Durée totale du clignotement en millisecondes
12 const int blinkRate = 3; // Taux de clignotement en nombre de clignotements par seconde
13
14 // Variables internes
15 unsigned long startTime = 0; // Temps de début pour compter la durée du niveau sonore à 0
16 bool soundDetected = false; // Pour suivre l'état du capteur de son
17
18 void setup() {
19   pinMode(ledPin, OUTPUT); // Définir la pin LED comme sortie
20   Serial.begin(9600); // Initialiser la communication série
21
22   // Initialiser l'écran LCD
23   lcd.init();
24   lcd.backlight();
25   lcd.clear(); // Assurez-vous que l'écran est vide au démarrage
26 }
27
28 void loop() {
29   int soundLevel = digitalRead(soundSensorPin);

```

Figure 6 – Programmation (1)

Dans cette partie du code, on initialise les différentes variables ainsi que les deux bibliothèques qui nous permettront de coder le LCD display. On commence par établir différentes valeurs pour les constantes, tels que “detectionTime” qui permet de choisir quelle durée (en ms) le son doit être au-dessus du seuil pour l’activation de la LED. Une autre constante à définir est “blinkDuration”, qui permet de choisir combien de temps (en ms) la LED sera allumée si le son dépasse le seuil. Puis, il reste qu’à définir à quel taux la lumière clignotera (par seconde) lors de son activation.

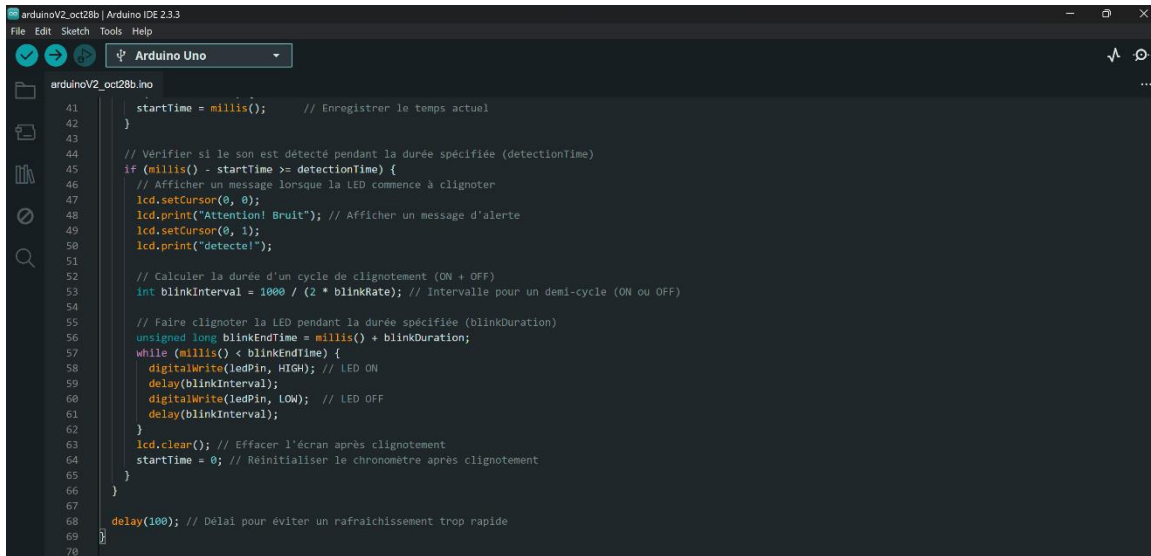
```

16 bool soundDetected = false; // Pour suivre l'état du capteur de son
17
18 void setup() {
19   pinMode(ledPin, OUTPUT); // Définir la pin LED comme sortie
20   Serial.begin(9600); // Initialiser la communication série
21
22   // Initialiser l'écran LCD
23   lcd.init();
24   lcd.backlight();
25   lcd.clear(); // Assurez-vous que l'écran est vide au démarrage
26 }
27
28 void loop() {
29   int soundLevel = digitalRead(soundSensorPin);
30   Serial.println(soundLevel); // Afficher la valeur sur le moniteur série (facultatif)
31
32   // Si le niveau sonore est bas, éteindre la LED et effacer l'écran LCD
33   if (soundLevel == 1) {
34     startTime = 0; // Réinitialiser le compteur si le son est bas
35     digitalWrite(ledPin, LOW); // Éteindre la LED
36     lcd.clear(); // Effacer l'écran LCD
37   } else {
38     // Démarrer ou continuer le chronomètre si le son est détecté (niveau sonore haut)
39     if (startTime == 0) {
40       startTime = millis(); // Enregistrer le temps actuel
41     }
42
43     // Vérifier si le son est détecté pendant la durée spécifiée (detectionTime)
44     if (millis() - startTime >= detectionTime) {

```

Figure 7 – Programmation (2)

Ensuite, pour cette partie du code, on commence par allumer le LCD display sans rien afficher sur celui-ci pour le moment. Par la suite, on commence la lecture du niveau sonore grâce au sound sensor. Le capteur renvoie deux valeurs au Arduino Uno, “1” et “0”, respectivement équivalent à “Low” et “High”. Lorsque le son détecté est “High”, on rentre dans une boucle qui commence un chronomètre tout au long que le bruit détecté ne change pas à “Low”.



```
41   startTime = millis(); // Enregistrer le temps actuel
42   }
43   // Vérifier si le son est détecté pendant la durée spécifiée (detectionTime)
44   if (millis() - startTime >= detectionTime) {
45     // Afficher un message lorsque la LED commence à clignoter
46     lcd.setCursor(0, 0);
47     lcd.print("Attention! Bruit"); // Afficher un message d'alerte
48     lcd.setCursor(0, 1);
49     lcd.print("détecté!");
50   }
51   // Calculer la durée d'un cycle de clignotement (ON + OFF)
52   int blinkInterval = 1000 / (2 * blinkRate); // Intervalle pour un demi-cycle (ON ou OFF)
53   // Faire clignoter la LED pendant la durée spécifiée (blinkDuration)
54   unsigned long blinkEndTime = millis() + blinkDuration;
55   while (millis() < blinkEndTime) {
56     digitalWrite(ledPin, HIGH); // LED ON
57     delay(blinkInterval);
58     digitalWrite(ledPin, LOW); // LED OFF
59     delay(blinkInterval);
60   }
61   lcd.clear(); // Effacer l'écran après clignotement
62   startTime = 0; // Réinitialiser le chronomètre après clignotement
63 }
64 delay(100); // Délai pour éviter un rafraîchissement trop rapide
65 }
66 }
67 }
68 }
69 }
70 }
```

Figure 8 – Programmation (3)

Pour la dernière partie du programme, si le chronomètre déclenché dans la deuxième partie du code dépasse la valeur établie pour le “detectionTime”, alors le programme déclenche l’alerte visuelle de la LED. Un message sur le LCD display s’affiche disant à l’employé de baisser le son. Si le son détecté est 1, soit “Low”, alors tout le système est en “stand-by” jusqu’à temps que le son redevienne élevé et on recommence la boucle.

3.2 - Considérations pour l’accès des utilisateurs

Notre client était Services Partagé Canada avec pour utilisateurs les membres de Service Partagés Canada. Cela dit notre produit vise toutes formes de travailleurs en milieu de bureau surtout dans des espaces de travail ouvert où la concentration des travailleurs comptent énormément.

Pour des travailleurs partiellement aveugles, ou dont la vue n’est pas très bonne, ce produit à système d’alerte visuelle n’est vraisemblablement le meilleur. Mais ce déficit est quand même comblé par le blocage de distractions sonores, c’est à dire notre séparateur

insonorisant. L'utilisateur pourrait donc placer le produit à ce qu'il soit totalement dans son champ de vision (par exemple, juste à côté de son ordinateur)

Les individus dont la perception auditive est réduite ont naturellement tendance à parler fort. Ce type de produit à double alerte (visuelle et sonore) est parfait pour eux. Les séparateurs insonorisant leurs permettront de ne pas toujours faire un effort pour baisser leurs voix.

3.3 - Accéder/installation du système

Voici une liste des étapes détaillé afin de bien assembler notre produit:

1. Il faut commencer par brancher le LCD display. Pour ce faire, il faut d'abord connecter le GNG sur le display à n'importe quelle prise GNG sur le Arduino Uno. Puis, il faut connecter le VCC à une prise 5V sur le Arduino. Ensuite, il faut relier le SDA au port A4 ainsi que le SCL au port A5. Comme suit:

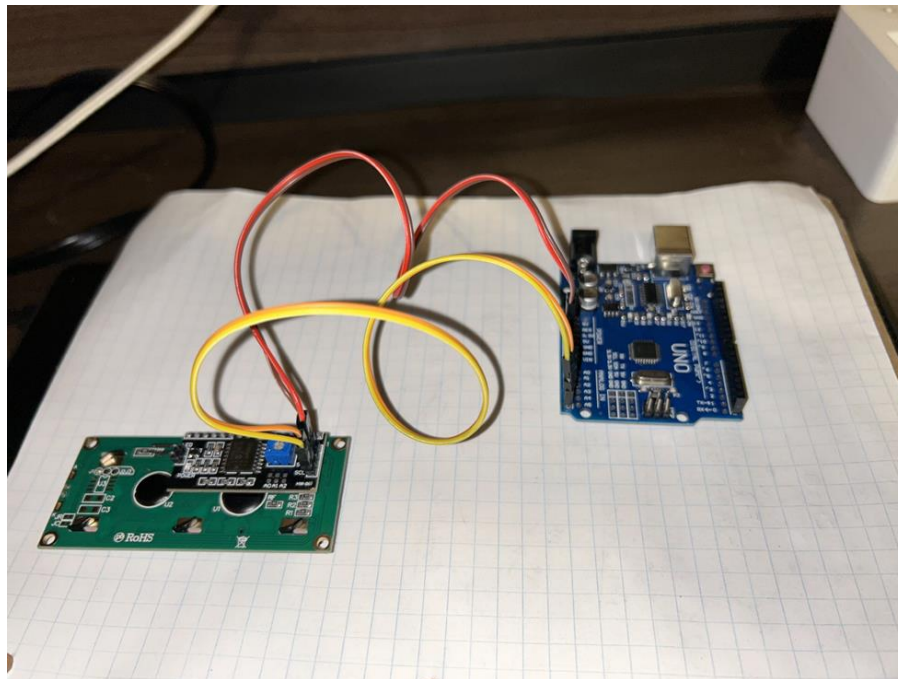


Figure 9 – Installation (1)

2. Par la suite, il faut rajouter le capteur de son au circuit. Pour ce faire, il faut commencer par relier le OUT au port A1, puis le GNG à n'importe quelle prise GNG restante et finalement relier le VCC du capteur à une prise 5V du Arduino. Voici une image pour clarifier les instructions :

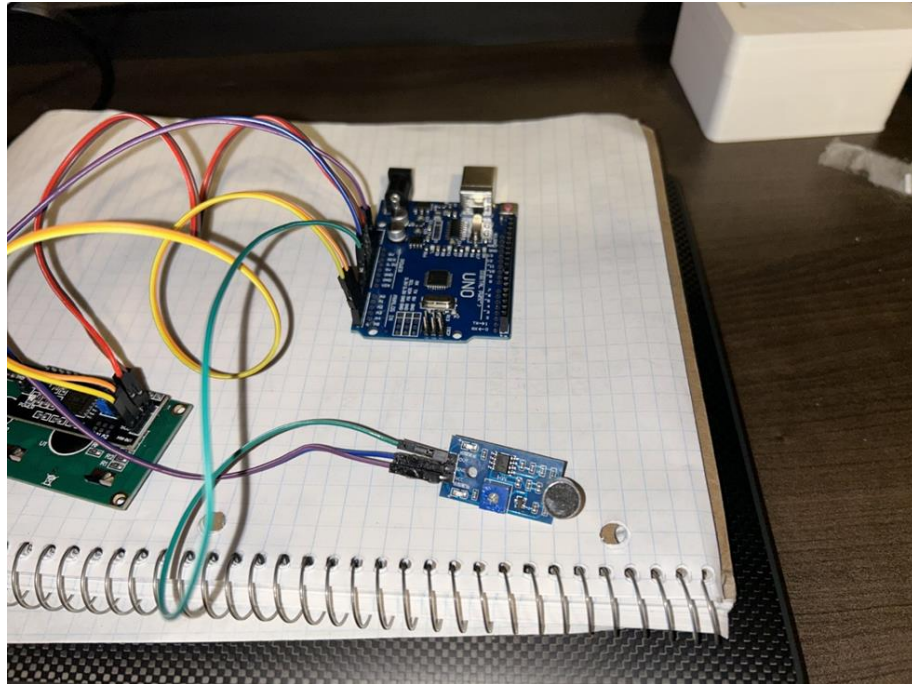


Figure 10 – Installation (2)

3. Pour rajouter la DEL rouge, il faut brancher la tige longue de celui-ci à la prise “13” du côté droit du Arduino. Pour l’autre tige, il faut le connecter à n’importe quelle GND sur l’Arduino comme suit :

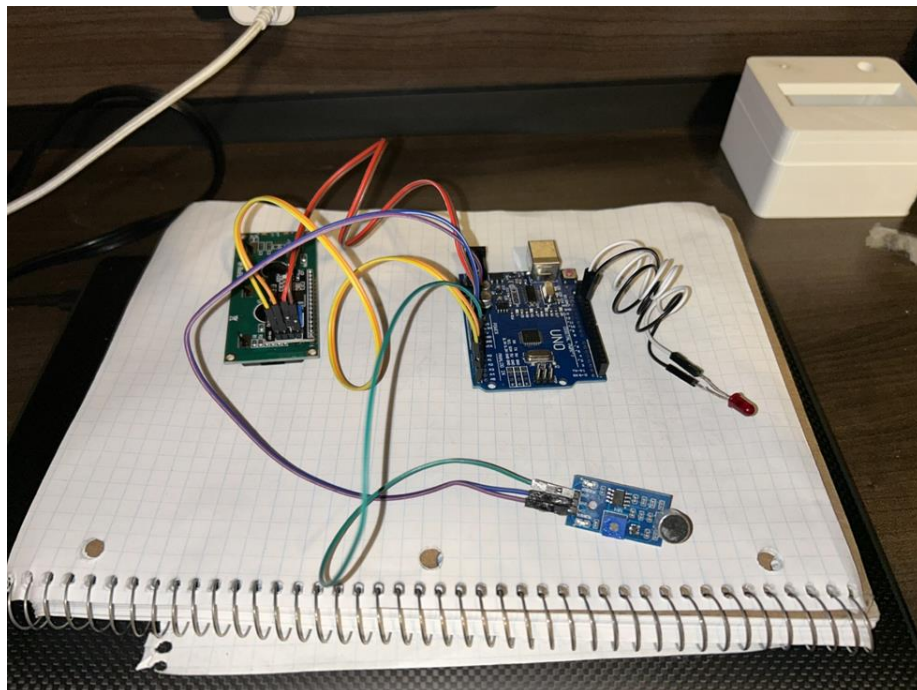


Figure 11 – Installation (3)

Pour utiliser le produit il ne reste qu'à mettre les composants dans le boîtier et brancher celui-ci à un ordinateur grâce à une prise USB. À partir d'ici, il ne reste qu'à installer Arduino IDE afin de pouvoir utiliser/personnaliser le produit à vos besoins.

3.4 - Organisation du système & navigation

Prototypes physiques :

La composante principale du système est l'Arduino Uno, qui agit comme un contrôleur central. Les accessoires comprennent :

- Un capteur de son, qui détecte les niveaux sonores ambiants.
- Un ensemble de LEDs, utilisé pour signaler visuellement les dépassements des seuils sonores.
- Un LCD display afin d'afficher un message bilingue lorsque le son dépasse le seuil

Ces composants sont interconnectés via des connexions filaires à l'Arduino Uno. L'ensemble du système est programmé à l'aide de l'Arduino IDE, qui permet de définir le comportement des composants en fonction des niveaux sonores détectés.

Connexions aux fonctionnalités principales

1. Détection des niveaux sonores :

Le capteur de son mesure en temps réel les bruits ambiants et transmet ces données à l'Arduino Uno.

2. Analyse et traitement des données :

Le programme, développé dans l'Arduino IDE, permet à l'Arduino Uno d'analyser les données et de comparer les niveaux sonores avec les seuils prédéfinis.

3. Signalisation visuelle :

Lorsque le seuil sonore est dépassé, l'Arduino active les LEDs pour alerter visuellement les personnes présentes.

4. Réglage des seuils :

Les seuils sonores peuvent être ajustés directement dans le code Arduino à l'aide de l'IDE, puis téléversés vers l'Arduino Uno.

Prototype logiciel :

Le prototype logiciel repose sur le programme développé dans l'Arduino IDE, qui régit les interactions entre les composants. Ce programme comprend :

- Une configuration initiale, définissant les seuils sonores et les paramètres de base.

- Une structure de loop qui assure la surveillance continue des niveaux sonores et active les LED en conséquence.

Chemins de navigation vers les fonctions principales

1. Initialisation du système :

Lors du téléversement du programme via l'Arduino IDE, les connexions entre les composants sont configurées, et les seuils sonores par défaut sont établis.

2. Consultation des niveaux sonores :

Le comportement des LED reflète les variations des niveaux sonores, offrant une surveillance en temps réel.

3. Modification des seuils sonores :

Les utilisateurs peuvent ajuster les seuils directement dans le programme Arduino via l'IDE, puis téléverser les nouvelles configurations sur l'Arduino Uno.

4. Surveillance en temps réel :

Le programme assure une réponse dynamique aux changements de l'environnement sonore, garantissant une réactivité instantanée.

3.5 - Quitter le système

Pour quitter le système, il faut suivre les étapes ci-dessous :

1. Déconnecter le circuit :

- Débranchez la source d'alimentation (débrancher le câble USB branché à l'ordi ou à une prise murale). Cela assure une mise hors tension en toute sécurité.

2. Protéger les composantes :

- Si le système est utilisé sur une période prolongée, vérifiez que tous les câblages internes sont en place pour éviter des dommages pendant le transport ou l'inactivité. Il faut surtout vérifier si les capteurs sont bien tournés vers les sources de son extérieures.

3. Stockage :

- Placez les composants électroniques dans un boîtier robuste
- Placez les séparateurs dans son rangement d'origine pour éviter des déformations ce qui pourraient diminuer l'efficacité de ces derniers

4 – Utiliser le système

Les sous-systèmes décrits ci-dessous détaillent les étapes nécessaires pour comprendre les différentes fonctions et l'utilisation de l'Anti-Bruit.

4.1 – Comprendre les alertes

Lorsque le niveau sonore dépasse le seuil acceptable pendant plus de 4 minutes au poste de travail de l'employé, le logiciel Arduino déclenche deux alertes : un clignotement de la lumière rouge et un message bilingue affiché sur l'écran LCD. Les sections suivantes expliquent ces alertes en détail.



Figure 12 – Alertes présentées sur le boîtier de système d'alerte

4.1.1 – DEL allumée

Une fois le boîtier connecté à l'ordinateur contenant le code, aucune intervention manuelle n'est requise. Cependant, si l'utilisateur parle d'une voix trop forte pendant plus de 4 minutes, la lumière rouge clignote pendant 5 secondes pour attirer son attention. L'utilisateur doit comprendre que ce clignotement indique qu'il doit réduire son volume.

Une fréquence de clignotement de 3 clignotements par seconde est incorporée dans le code du logiciel. Ceci est une fréquence qui attire l'attention tout en évitant d'irriter les yeux.

4.1.2 – Écran LCD allumé

En parallèle au clignotement de la lumière rouge, un message s'affiche sur l'écran LCD : « Baissez le son / Lower volume ». Cette configuration a été conçue pour capter d'abord l'attention de l'utilisateur avec la lumière rouge, puis lui permettre de lire clairement le message. Le texte est affiché dans les deux langues officielles du Canada, conformément aux recommandations pour les environnements de travail gouvernementaux.

4.2 – Comprendre l'utilisation des séparateurs

La deuxième composante de l'Anti-Bruit est un séparateur optionnel, qui peut être soit rangé, soit utilisé selon les besoins. Il est conçu pour être installé sur le côté de chaque bureau individuel. La figure 13 illustre l'agencement typique des bureaux individuels dans les espaces de Services partagés Canada, où le séparateur peut être entreposé sur les côtés lorsqu'il n'est pas utilisé. Lorsqu'il est déployé, le séparateur se place derrière l'écran d'ordinateur, bloquant ainsi la vue de l'utilisateur sur les autres employés à proximité.

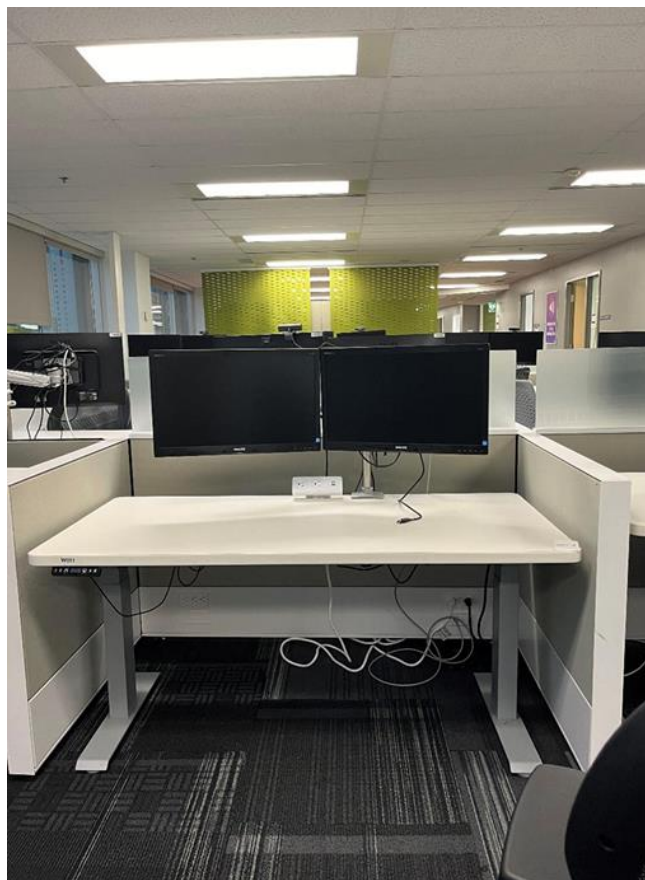


Figure 13 – Bureaux de Services Partagés Canada

4.2.1 – Séparateur rangé

Lorsque que le séparateur est rangé, comme illustré dans la figure 14, ceci indique que l'employé n'est pas dérangé par les distractions sonores ou visuelles et qu'il est ouvert à avoir une conversation.



Figure 14 – Entreposage du séparateur

4.1.2 – Séparateur installé

Lorsque l'employé sort le séparateur de son étui et l'installe sur son bureau dans le but de bloquer les distractions sonores et visuelles, il passe le message aux autres employés qu'il désire se concentrer.



Figure 15 – Séparateur installé au bureau

5 – Dépannage et assistance

1. Le système ne s'allume pas

Problèmes possibles :

- Le boîtier n'est pas branché à une source d'alimentation.
- Le câble d'alimentation est endommagé.

Actions correctives :

- Vérifiez que le câble d'alimentation est bien branché à la fois au boîtier et à une prise électrique fonctionnelle. Consulter la Figure 16 pour vérifier une bonne connexion.
- Essayez une autre prise pour éliminer l'hypothèse d'un problème lié à l'alimentation.
- Examinez le câble d'alimentation pour détecter des dommages éventuels ; remplacez-le si nécessaire.

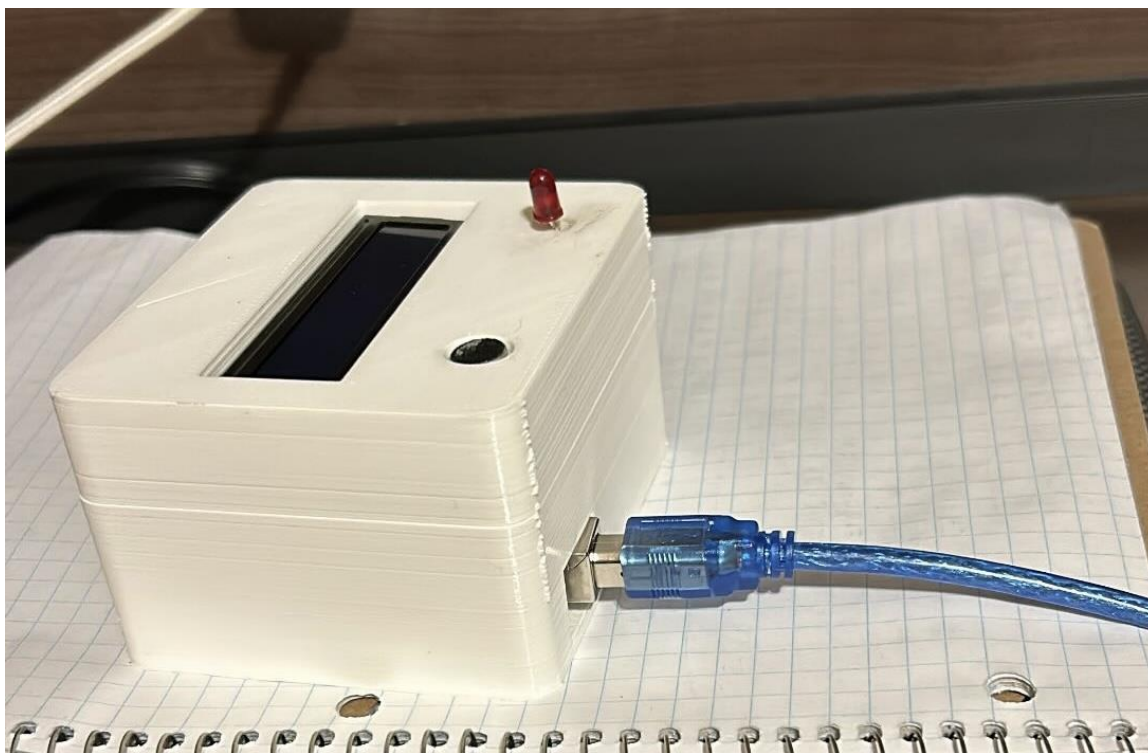


Figure 16 - Boîtier correctement branché

2. Le capteur sonore ne détecte pas les bruits

Problèmes possibles :

- Le seuil sonore n'a pas été correctement calibré.
- Le capteur est mal orienté ou obstrué.
- Un composant interne est défectueux.

Actions correctives :

- Redémarrez le logiciel pour permettre une nouvelle calibration automatique du capteur.
- Vérifiez que le capteur est orienté vers la source sonore et qu'il n'est pas obstrué.
- Nettoyez délicatement le capteur à l'aide d'un chiffon sec pour éliminer toute poussière ou saleté.
- Si le problème persiste, contactez l'assistance technique pour un diagnostic approfondi.

3. Le message d'alerte ne s'affiche pas sur l'écran LCD

Problèmes possibles :

- L'écran LCD n'est pas correctement connecté.
- Une erreur dans le programme Arduino empêche l'affichage.

Actions correctives :

- Vérifiez que l'écran est bien connecté à la carte Arduino selon les instructions du manuel.
- Redémarrez le système pour réinitialiser l'écran.
- Si nécessaire, reprogrammez la carte Arduino à l'aide d'un ordinateur et du fichier fourni dans la documentation technique. Consulter un soutien technique

4. La lumière DEL rouge ne clignote pas

Problèmes possibles :

- La DEL est défectueuse.
- Une panne interne affecte la DEL ou le circuit associé.

Actions correctives :

- Vérifiez les connexions de la DEL sur la carte Arduino.
- Testez une autre lumière DEL pour confirmer si le problème vient de la DEL ou du circuit.
- Si aucune DEL ne fonctionne, inspectez le câblage et contactez l'assistance technique si le problème persiste.

5. Les séparateurs insonorisant ne réduisent pas efficacement le bruit

Problèmes possibles :

- Les séparateurs ne sont pas correctement positionnés.
- L'espace de travail est trop vaste pour la couverture du séparateur.

Actions correctives :

- Repositionnez le séparateur pour qu'il soit plus proche des sources principales de bruit.
- Consultez les figures ci-dessous pour obtenir des suggestions d'agencement optimisé.



Figure 17 – Positionnement non-optimal du séparateur



Figure 18 - Positionnement optimal du séparateur

Si, malgré ces solutions, le problème persiste :

- Contactez le support technique via les coordonnées fournies dans le manuel.

- Planifiez une intervention technique pour un diagnostic plus approfondi.
- Consultez les ressources en ligne disponibles sur le site du fabricant pour des guides détaillés ou des mises à jour logicielles.

5.1 - Messages ou comportements d'erreur

Parmi les composantes de notre boîtier deux d'entre eux sont susceptibles de se casser. Notamment le DEL et l'écran LCD étant donné que ces composants sont exposés contrairement aux autres qui sont logés dans le boîtier. Voilà pourquoi il faut éviter au maximum la chute du boîtier, et surtout sur la face avant du boîtier.

Un autre produit exposé est le capteur de son. Afin que l'analyse du capteur de son ne soit pas brouiller, comme mentionné précédemment, il faut éviter tout contact avec des matières liquides. Cela s'applique aussi à l'écran LCD.

5.2 - Considérations spéciales

En cas de panne ou de dysfonctionnement, il faudra juste changer les composantes défectueuses. Pour ce faire, il faut contacter un technicien informatique ou acheter les composantes Arduino en consultant les liens dans la NDM.

5.3 - Entretien

L'entretien est un élément clé à la durabilité du produit Anti-Bruit. En effet, une meilleure précaution à l'égard de l'entreposage du produit évite en grande partie toute défaillance possible et augmente inévitablement la durabilité possible du produit. L'entretien nécessaire pour le système d'alerte concerne majoritairement son emplacement sur les bureaux des employés. Ce dernier doit être placé dans un coin de la table devant l'utilisateur. Il ne devrait pas être couvert par d'autres objets qui causerait premièrement un empêchement visuel à la boîte, mais également une possibilité de bris. De plus, la boîte du système n'est pas utilisée à être déplacé maintes fois. Il est donc important que le système d'alerte ne soit pas déplacé plusieurs fois afin de garder toutes les composantes intactes et en bonne condition. L'espace autour du système d'alerte ne doit pas être non plus trop encombré afin que la prise connectée entre la boîte du système d'alerte ainsi que sa prise d'alimentation ne soit pas interrompue.

En ce qui concerne les séparateurs, une pochette d'entreposage est disponible à ce dernier afin de conserver la qualité du matériel de ce séparateur. Il est très important de ranger les séparateurs après chaque usage dans leur pochette désignée. Cela évite tout endommagement possible et évite les accumulations de saleté sur ce système visuelle pouvant nuire à son utilisation et à son apparence physique. Par la suite, un crochet est installé sous chaque bureau afin de mieux entreposer la pochette et les séparateurs. Ces

crochets permettent aux utilisateurs d’avoir un rangement efficace, simple et facile des séparateurs. Il est alors important de mettre la pochette sur le crochet pour préserver le produit, mais également d’éviter que les séparateurs soient un obstacle aux utilisateurs dans l’espace de travail. Un bon entretien permet aux séparateurs de garder sa propriété de réduire les nuisances sonores, mais aussi de favoriser son utilisation lorsque les utilisateurs veulent un espace plus personnel et tranquille. En d’autres mots, les endommagements possibles après un mauvais entretien des systèmes nuiront dans son utilisation et son efficacité. Il est primordial de respecter les conseils mentionnés d’entretien.

5.4 - Assistance

Si vous rencontrez un problème avec une imprimante 3D, veuillez contacter le MakerLab à l’adresse courriel suivante : makerlab@uottawa.ca, ou communiquer avec le fabricant de l’imprimante 3D concernée.

Pour toute question relative aux fonctionnalités du logiciel Arduino, veuillez consulter le [Arduino Help Center](#). Si vous avez besoin de renseignements spécifiques sur ce produit, vous pouvez également contacter Jude Succar à l’adresse suivante : jsucc099@uottawa.ca.

Pour des informations concernant les séparateurs insonorisant, veuillez contacter Marie-Eve St-Denis à l’adresse courriel suivante : mstde035@uottawa.ca.

Si vous envoyez un courriel à Jude Succar ou Marie-Eve St-Denis, veuillez inclure un objet clair et précis, ainsi qu’une description détaillée de votre demande.

En cas d’urgence, veuillez immédiatement composer le 9-1-1.

6 - Documentation du produit

Pour la conception du boîtier, nous avons opté pour le plastique, écartant ainsi le MDF et le métal. Ce choix a été motivé par plusieurs facteurs stratégiques:

1. Poids et portabilité : Le plastique, par sa légèreté, permet une manipulation aisée tout en garantissant une durabilité adaptée à un usage régulier. À l’inverse, le MDF, plus lourd, aurait compromis la praticité, surtout dans un contexte de bureau partagé où la flexibilité est essentielle.
2. Coût : Le plastique représente une solution économiquement avantageuse, en répondant aux exigences de résistance et de fonctionnalité tout en respectant des contraintes budgétaires strictes.
3. Processus de fabrication : Sa compatibilité avec les techniques d’impression 3D a permis une production rapide et précise, adaptée à la configuration du prototype. Le métal, bien qu’offrant une robustesse accrue, aurait nécessité des procédés de fabrication plus complexes et onéreux, tels que la découpe ou la soudure.

4. Esthétique et sécurité : Le plastique offre une finition propre et professionnelle tout en étant non conducteur, ce qui est crucial pour protéger les composants électroniques internes contre tout court-circuit ou dommage électrique.

Pour la conception du séparateur, nous avons optés pour ceux fabriqués en fibres polyester. Ces séparateurs pliables se distinguent par leurs propriétés acoustiques et leur modularité. Conçus pour être rangés dans un étui fixé sous le bureau, ils optimisent l'espace et offrent une solution pratique pour un environnement de travail flexible. Ils présentent plusieurs avantages, énumérés ci-dessous :

1. Modularité : Les séparateurs peuvent être facilement déployés ou repliés selon les besoins spécifiques de l'utilisateur, permettant une adaptation à différentes configurations d'espace.
2. Durabilité : La fibre polyester, résistante à l'usure, conserve son efficacité dans l'atténuation sonore sur le long terme.
3. Impact visuel : Avec un design discret et fonctionnel, ces séparateurs contribuent à une ambiance de travail agréable tout en améliorant significativement l'acoustique.

Pour la conception du système électrique, nous avons utilisé des matériaux Arduino. Il repose sur une carte Arduino, qui connecte les différents éléments du boîtier : un capteur sonore, une lumière DEL rouge et un écran LCD.

- Capteur sonore : Ce composant détecte les niveaux sonores ambiants et transmet les données à l'Arduino. Sa sensibilité ajustable le rend particulièrement adapté à un environnement de bureau où les seuils sonores peuvent varier.
- Lumière DEL rouge : En cas de dépassement du seuil sonore défini, la DEL s'active pour fournir une alerte visuelle immédiate. Ce choix assure une consommation énergétique minimale tout en garantissant une visibilité optimale, sans être trop intrusive.
- Écran LCD : Cet écran affiche un message d'alerte contextuel, invitant l'utilisateur à réduire le niveau sonore. Sa lisibilité, même en condition de faible luminosité, en fait un outil ergonomique et efficace.

Pour la rédaction de la programmation, le logiciel a été développé avec Arduino IDE. La carte Arduino coordonne les opérations des composants électroniques et assure une utilisation fluide du système. Ses principales fonctions incluent:

- Analyse des niveaux sonores : Lorsqu'un seuil sonore prédéfini est dépassé, le programme déclenche simultanément la lumière DEL et l'affichage du message sur l'écran LCD.
- Les images ou diagrammes détaillant l'assemblage des composants électroniques (circuit intégré, connexions, etc.) et les dimensions du boîtier seront inclus dans cette section.

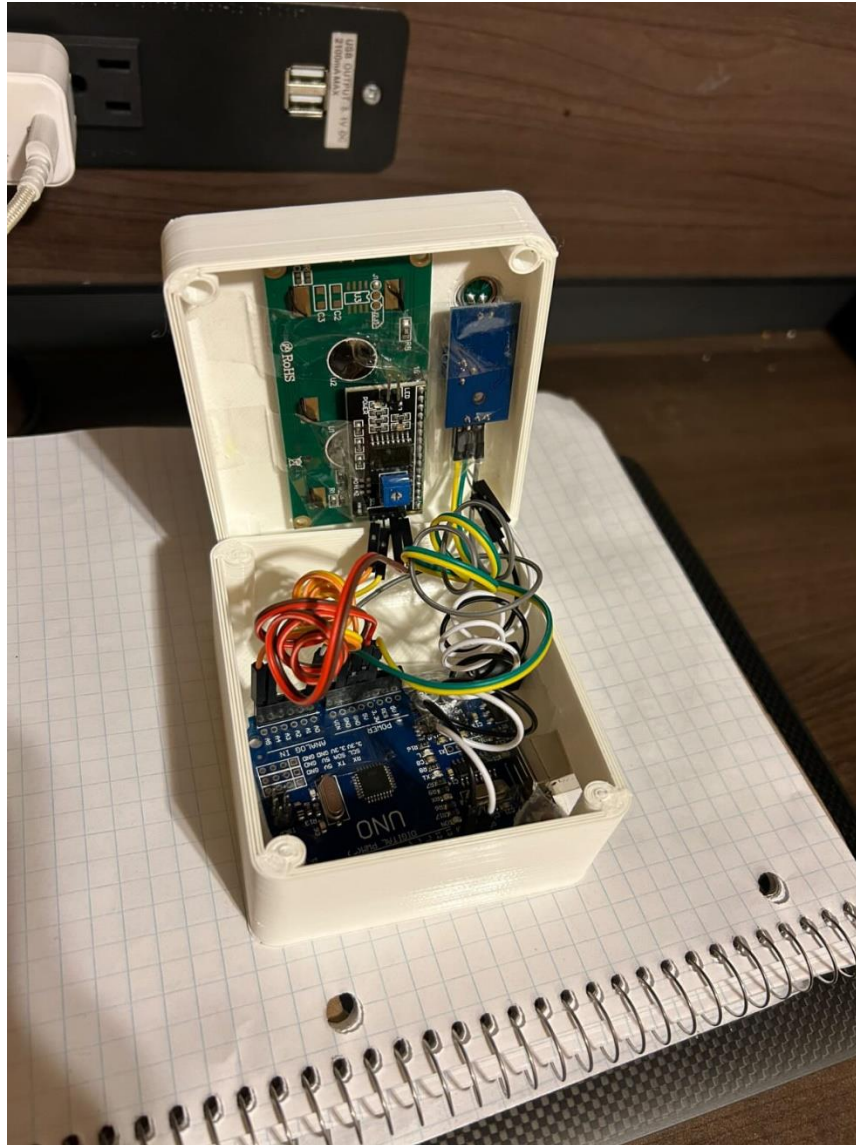


Figure 19 – Circuit Arduino

- Une description schématique des étapes de fabrication, avec des légendes explicatives, permettra de guider les futurs utilisateurs ou concepteurs dans le processus de création du prototype. Veuillez consulter les figures 6, 7 et 8 mentionnées précédemment pour le code utilisé dans ce système.

6.1 – Boîtier du système d’alerte visuelle (prototype 1)

Le boîtier du prototype 1 représente le noyau central du système d’alerte visuelle. Fabriqué en plastique à l’aide d’une impression 3D, il a été conçu pour allier légèreté, compacité et facilité de manipulation. Ses dimensions ont été soigneusement optimisées pour accueillir les principaux composants électroniques, notamment le capteur sonore, la carte Arduino,

l'écran LCD et la lumière DEL rouge. Ce design a permis de garantir une structure robuste et ergonomique, adaptée à un environnement de bureau.

Cette première version du boîtier avait pour objectif principal de tester et valider l'agencement interne des composants, tout en assurant leur fonctionnement optimal. Elle a également permis d'évaluer les interactions entre les différents éléments et d'identifier les améliorations nécessaires pour répondre pleinement aux exigences du projet. Ce prototype a donc posé les bases pour les itérations ultérieures, en intégrant des enseignements issus des tests et ajustements réalisés.

6.1.1 - NDM (Nomenclature des Matériaux)

La nomenclature des matériaux se retrouve ci-dessous. Le coût total est adéquat, mais des améliorations seront apportés augmentant possiblement le coût total.

Produit	Description	Quantité	Prix unitaire	Prix étendu	Lien
Round LED Light	LED Couleur : rouge Taille : 5 mm	1	0,60\$	0,60\$	https://makerstore.ca/shop/ols/products/round-led-light-5mm-3mm
Light Controlled LED basic Training kit	Un kit incluant: - 1x Arduino Uno - 1x USB type A/B Cable - 1x Half Breadboard - 3x 220 Ohm Resistor - 1x 10k Ohm Resistor - 1 pack Male-Male Jumper Cables - 3x 5mm LEDs - 1x 5mm Photoresistor	1	20,00\$	20,00\$	https://makerstore.ca/shop/ols/products/light-controlled-led-basic-training-kit
Sound sensor	DAOKI 5PCS Microphone capteur	1	2,20\$/pièce	10,99\$	DAOKI 5PCS Microphone Sound Sensor Module AVR PIC High

	de son Module AVR PIC Sensibilité élevé Détecteur de voix pour Arduino avec un câble Dupont Voltage 4-6V				Sensitivity Voice Detection for Arduino with Dupont Cable : Amazon.ca: Electronics
PLA	Plastique filament Offerte gratuitement au maker store Couleur : noir	161 g	0,10\$/g	16,10\$	MakerStore
Standard LCD	Taille 16x2 Écran blanc sur bleu	1	8,99\$	8,99\$	https://makerstore.ca/shop/ols/products/standard-lcd-16x2-extras-white-on-blue
TOTAL (sans taxes + sans livraison)			31,89\$	48,08\$	
TOTAL (avec taxes + livraison)			36,04\$	54,33\$	

Tableau 2. Coût des matériaux et des composantes du prototype 1

6.1.2 - Liste d'équipements

Pour parvenir à faire le premier prototype, vous aurez besoin de ses équipements :

- Imprimante 3D
- Logiciel Onshape
- Ordinateur
- Matériel de plastique pour l'imprimante 3D

6.1.3 - Instructions

Étape 1 : Grâce aux dimensions de l'Arduino, dessiner la partie inférieure du boîtier.

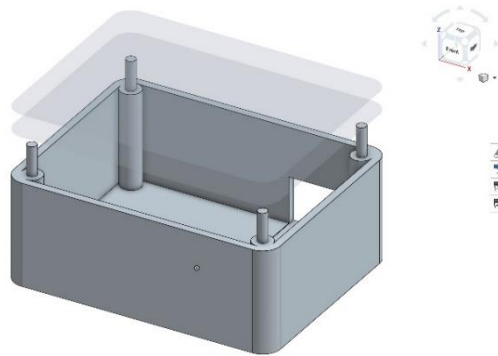


Figure 20 - Partie inférieure du boîtier sur Onshape

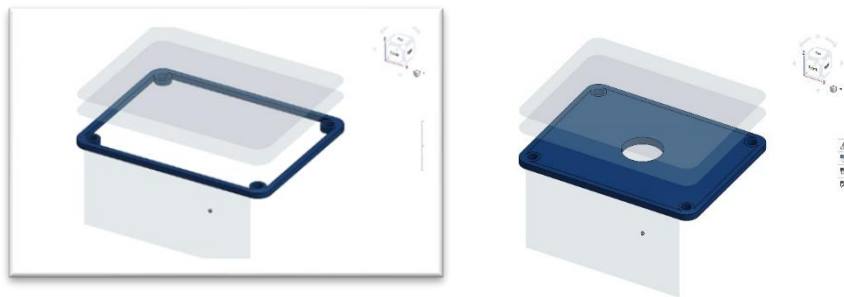


Figure 21 - Partie intermédiaire du boîtier: Support des composantes

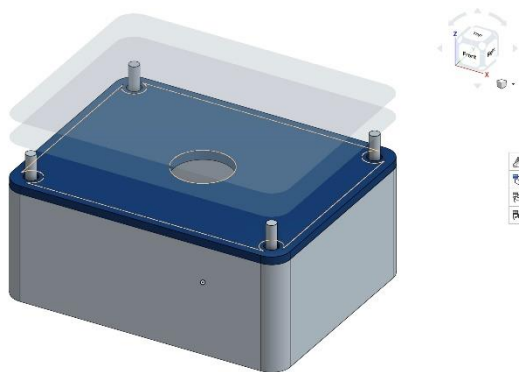


Figure 22 - Partie intermédiaire du boîtier: Vue ensemble

Étape 2 : Grâce aux dimensions du LED, de l'écran LCD et du capteur de son, dessiner la partie supérieure du boîtier en tenant compte de la place que doivent occuper les composants cités au-dessus.

Étape 3 (Impression 3D) : Enregistrer le fichier Onshape et l'ouvrir sur l'application Ultimaker Space.

Étape 4 : Changer les paramètres du produit de sorte à avoir un produit solide et esthétique. (Nous avons travaillé en 0.6)

Étape 5 : Enregistrer le fichier sur une clé et choisir une imprimante 3D approprié à notre fichier (0.6)

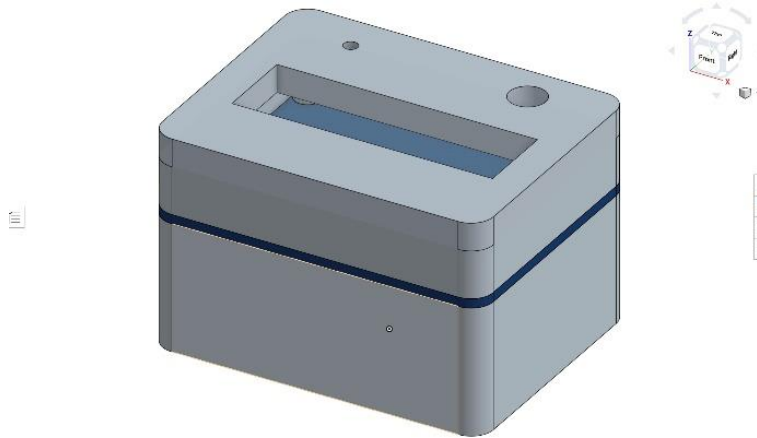


Figure 23 - Boîtier complet sur Onshape



Figure 24 – Boîtier imprimé

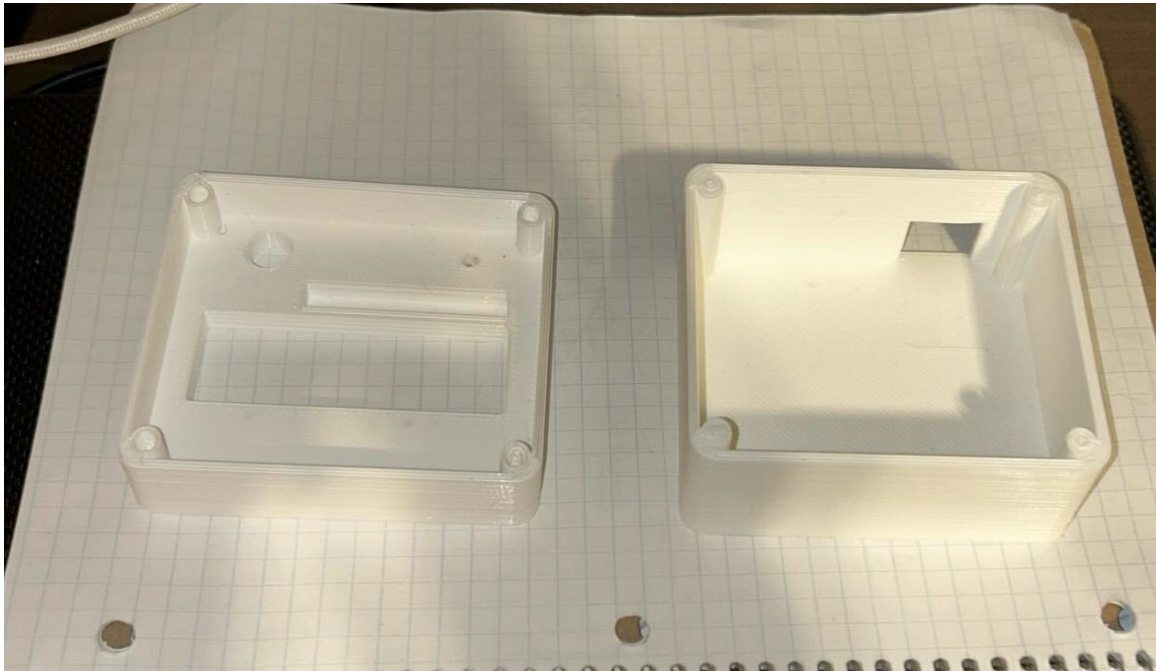


Figure 25 – Intérieur du boîtier imprimé

6.1.4 – Essais et validation

Pour le prototype 1, des essais ont été réalisés afin de valider l'esthétique et les dimensions du boîtier. Concernant l'esthétique, un sondage a été mené auprès des membres de l'équipe et d'autres étudiants pour évaluer la couleur, la texture et l'apparence générale du produit. Les résultats ont été favorables, avec plus de 80 % des réponses positives, confirmant que l'esthétique du boîtier répond aux attentes, bien que des améliorations soient prévues pour la texture. Veuillez consulter les figures 26, 27 et 28 pour réviser les questions demandées ainsi que les réponses obtenues.

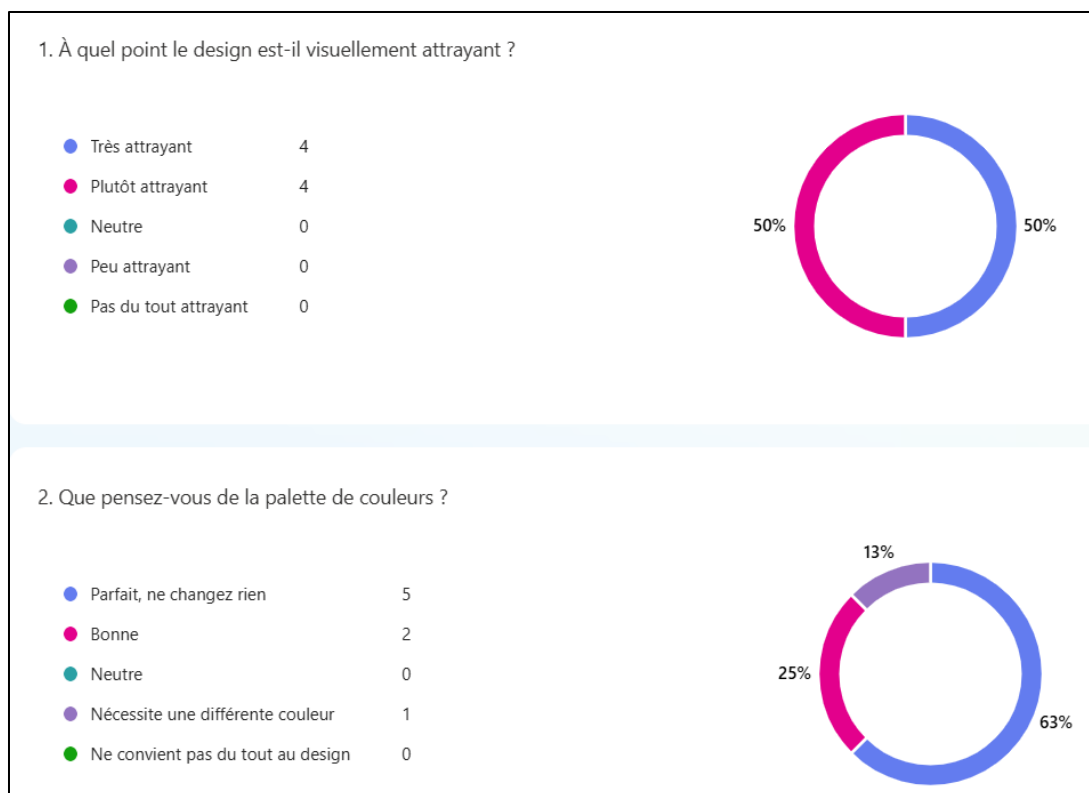


Figure 26 – Résultats du sondage (1)

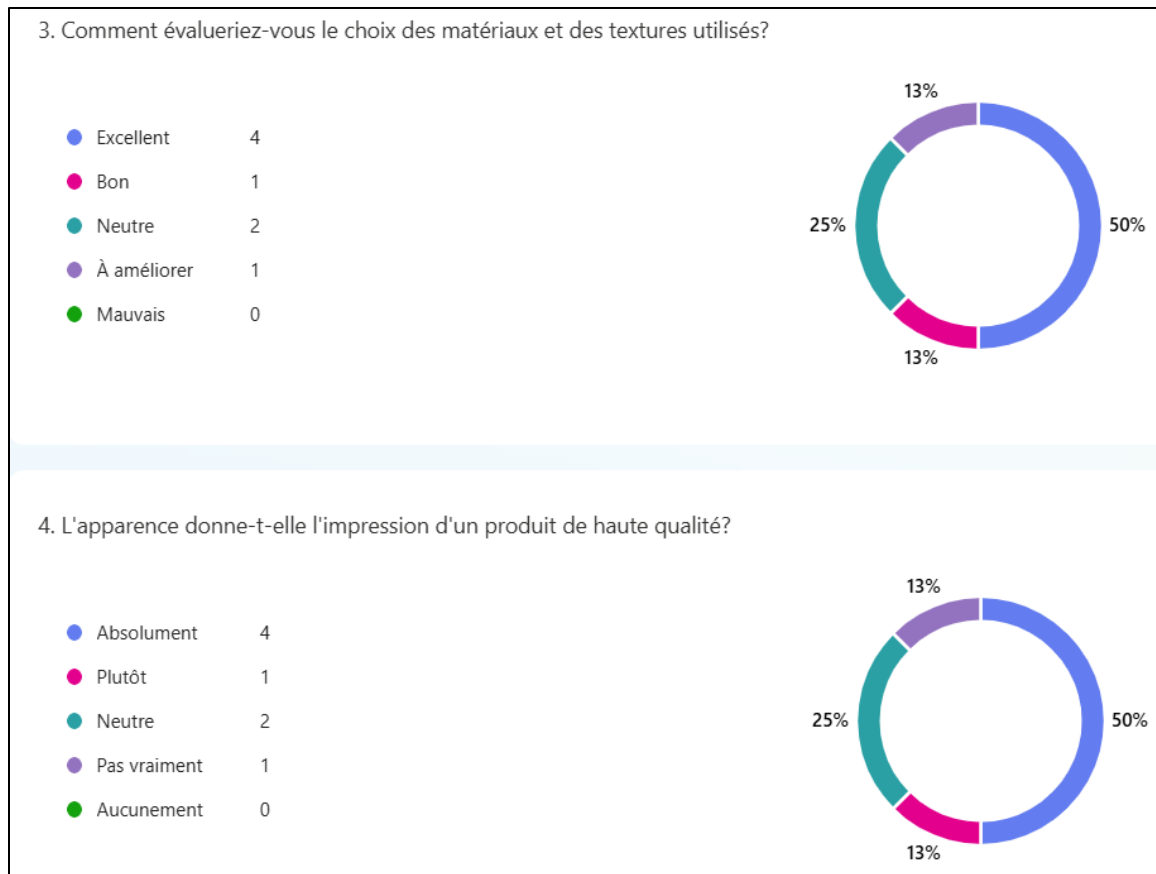


Figure 27 – Résultats du sondage (2)

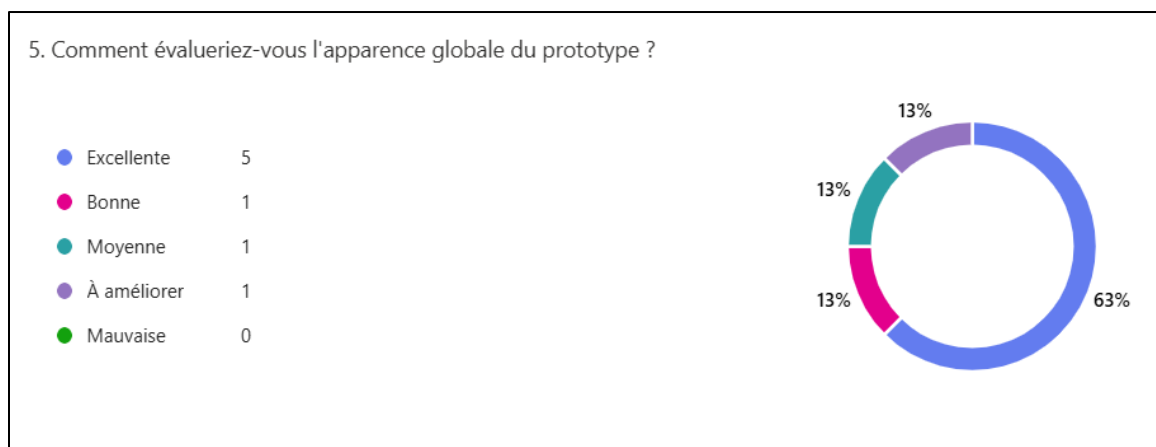


Figure 28 – Résultats du sondage (3)

Un deuxième aspect a été évalué lors des essais : les dimensions. Une comparaison a été effectuée entre les dimensions internes du boîtier et celles des composantes internes, telles que l'Arduino Uno, le capteur de son et l'écran LCD. Les résultats ont montré que les dimensions respectent les spécifications, garantissant ainsi un espace suffisant pour toutes

les pièces tout en maintenant une taille compacte. À la suite de ces essais, il a été décidé d'ajouter une plateforme pour rapprocher la lumière DEL du côté du boîtier, afin d'améliorer sa visibilité et de garantir un espace organisé à l'intérieur du boîtier. Veuillez consulter la table ci-dessous afin de réviser les dimensions requises :

Composante	Dimensions de la composante (en mm)	Dimensions associées dans le boîtier (en mm)
Arduino Uno	65 (L) x 50 (l) x 10 (h)	80 (L) x 55 (l) x 50 (h)
Capteur de son	15 (L) x 14 (l) x 38 (h)	16 (d) x 50 (h)
Lumière DEL	5 (d) x 25 (h)	7 (d) x 50 (h)
Sortie du câble USB	10 (L) x 10 (h)	11 (L) x 11 (h)
LCD	35 (L) x 10 (l) x 8 (h)	37 (L) x 12 (l) x 50 (h)

Tableau 3. Dimensions de la composante Arduino VS les dimensions dans le boîtier

À partir de ces résultats, nous avons déterminé que le prototype 1 respecte les dimensions requises pour assurer une taille compacte et que les composants du circuit Arduino auront suffisamment d'espace.

6.2 – Circuit électrique (prototype 2)

Le Prototype 2 a permis de franchir une étape cruciale en se concentrant sur la mise en œuvre et la programmation des composants électroniques via la carte Arduino. Cette version visait principalement à coordonner le fonctionnement du capteur sonore, de l'écran LCD et de la lumière DEL rouge grâce à un code personnalisé développé pour l'Arduino.

La programmation a été essentielle pour garantir que chaque composant réagisse de manière cohérente et précise. Lorsque le capteur détecte un niveau sonore dépassant le seuil prédéfini, le code déclenche simultanément l'affichage d'un message sur l'écran LCD et l'activation de la lumière DEL rouge, offrant une alerte visuelle claire et immédiate. Ce système intègre également des mécanismes de calibrage et de protection pour assurer une utilisation stable et sécurisée.

Bien que le boîtier reste similaire à celui du Prototype 1, le Prototype 2 a permis de tester l'agencement des composants électroniques dans un environnement contrôlé. Cette version a également aidé à identifier des ajustements nécessaires dans le code et dans la disposition interne, en vue d'optimiser la fonctionnalité globale pour la prochaine itération.

6.2.1 - NDM (Nomenclature des Matériaux)

Lors du prototype 2, nous avons apporté des modifications à la nomenclature des matériaux afin d'améliorer le produit. Voici notre nomenclature des matériaux modifié :

Produit	Description	Quantité	Prix unitaire	Prix étendu	Lien
Round LED Light	LED Couleur : rouge Taille : 5 mm	1	0,60\$	0,60\$	https://makerstore.ca/shop/ols/products/round-led-light-5mm-3mm
Arduino Uno	Arduino Uno R3	1	15,25\$	15,25\$	https://makerstore.ca/shop/ols/products/arduino-uno-r3-clone
USB Cable	Type A/B 1 pied Bleu	1	2,75\$	2,75\$	https://makerstore.ca/shop/ols/products/usb-type-a-b-cables
Sound sensor	DAOKI 5-Pack High Sensitivity Sound Microphone Sensor Detection Module for Arduino AVR PIC	1	1,86\$/pièce	9,29\$	DAOKI 5-Pack High Sensitivity Sound Microphone Sensor Detection Module for Arduino AVR PIC : Amazon.ca: Tools & Home Improvement
Standard LCD	Taille 16x2 Écran blanc sur bleu	1	8,99\$	8,99\$	https://makerstore.ca/shop/ols/products/standard-lcd-16x2-extras-white-on-blue
Jumper cables	Paquet de 10 5 cm Male - Female	1	1,00\$	1,00\$	https://makerstore.ca/shop/ols/products/jumper-cables-pack-of-10
TOTAL	(sans taxes + sans livraison)		30,45\$	37,88\$	
TOTAL	(avec taxes + livraison)		34,41\$	42,80\$	

Tableau 4. Coût des matériaux et des composantes du prototype 2

6.2.2 - Liste d'équipements

- Ordinateur
- Application Arduino IDE

6.2.3 - Instructions

Pour construire ce prototype, voici une liste des étapes détaillées :

Étape 1 : Voici une liste des composants nécessaires

- Arduino Uno
- LCD I2C (16x2)
- Capteur de son (3 fils)

- LED (sans résistance)
- Fils de connexion

Étape 2 : Connexion nécessaire pour chaque composante

1. Capteur de Son (3 fils) :
 - o VCC → 5V (Arduino)
 - o GND → GND (Arduino)
 - o OUT → A0 (Arduino)
2. LED :
 - a. Anode (patte longue) → 13 (Arduino)
 - b. Cathode (patte courte) → GND (Arduino)
3. LCD I2C :
 - a. SDA → A4 (Arduino Uno)
 - b. SCL → A5 (Arduino Uno)
 - c. VCC → 5V (Arduino)
 - d. GND → GND (Arduino)

Étape 3 : Vérification

- Assurez-vous que les connexions sont correctes et bien fixées (une petite LED s'allumera sur les composantes lorsqu'ils sont bien branché).
- Le LCD I2C utilise l'adresse par défaut 0x27 (ou 0x3F selon le module). Vous pouvez scanner l'adresse I2C si nécessaire.

Vous trouverez un exemple de code pour tester si les connexions sont bien faites dans l'appendice 1 de ce document*

Étape 4 : Téléversement du Code

- Branchez l'Arduino à votre ordinateur, ouvrez le code dans **Arduino IDE**, puis téléversez-le.

Étape 5 : Ajustement

- Si l'écran LCD ne s'affiche pas correctement, scannez l'adresse I2C (pour vérifier si c'est 0x27 ou 0x3F) avec un sketch dédié pour confirmer l'adresse de votre module.

6.2.4 – Essais et validation

Pour le prototype 2, des essais détaillés ont été effectués afin de valider plusieurs spécifications clés. Tout d'abord, des tests ont permis d'évaluer la capacité du capteur de son et du programme à identifier les différents niveaux sonores, avec un seuil fixé à 70 dB. Différents types de sons ont été testés, comme des chuchotements (30 dB), un niveau de

voix normal (60 dB), une voix élevée (70 dB) et de la musique forte (85 dB). Veuillez consulter la table 5 ci-dessous afin de réviser les résultats.

Type de bruit	Niveau sonore du bruit (en dB)	Temps du bruit (en secondes)	Temps avant que la lumière DEL s'allume (en et secondes)	Réussite ?
Chuchotements	30 dB	30 secs	Jamais	Oui
Niveau de voix normal	60 dB	30 secs	Jamais	Oui
Niveau de voix élevé	70 dB	30 secs	15-20	Non
Musique au niveau le plus haut	85 dB	30 secs	10-12	Oui

Tableau 5. Identification des niveaux sonores par le capteur de son

Ces résultats ont montré que le capteur réagit correctement à des niveaux sonores élevés, mais des ajustements sont nécessaires pour éviter des redémarrages fréquents lorsque le son descend temporairement sous le seuil. Ensuite, un autre test a mesuré le temps avant que la lumière DEL ne s'allume après un bruit continu au-delà du seuil. Bien que les résultats soient globalement positifs, des incohérences subsistent pour des niveaux sonores autour de 70 dB, nécessitant des ajustements dans le programme.

Un autre essai effectué a été au niveau du taux de clignotement de la DEL. En effet, plusieurs fréquences ont été testées : de 1 à 10 clignotements par seconde. Le taux optimal a été déterminé à 3 clignotements par seconde, car il attire l'attention sans être irritant pour les yeux. Les retours des utilisateurs ont également indiqué que ce taux était visuellement confortable. Veuillez consulter la table 6 ci-dessous afin de réviser les résultats.

Taux de clignotement	Attire l'attention?	Irritant pour les yeux?
1 clignotement / sec	Non	Non
3 clignotements / sec	Oui	Non
5 clignotements / sec	Oui	Oui
7 clignotements / sec	Oui	Oui
10 clignotements / sec	Oui	Oui

Tableau 6. Évaluation des résultats de différents taux de clignotement

6.3 – Combinaison des systèmes (prototype 3)

Le Prototype 3 constitue une version avancée et aboutie de notre solution, intégrant tous les sous-systèmes pour former un produit unifié et fonctionnel. Contrairement aux prototypes précédents, qui mettaient l'accent sur des éléments individuels comme le boîtier ou le circuit, ce prototype associe désormais le circuit Arduino au boîtier, offrant une conception plus harmonieuse et cohérente. De plus, il intègre les séparateurs insonorisant

ainsi que leur espace de rangement sous le bureau, répondant pleinement aux besoins des utilisateurs.

Suite aux retours des clients, plusieurs améliorations ont été apportées. Le boîtier a été imprimé avec une épaisseur accrue, ce qui lui confère une finition plus robuste et esthétique. En outre, après avoir examiné les photos des bureaux envoyées par le client, l'option initiale d'un rack filaire sous le bureau a été remplacée par des crochets adhésifs. Ces crochets, combinés aux anneaux métalliques déjà présents sur les enveloppes des séparateurs, permettent un rangement pratique et accessible.

Ce prototype permet également d'évaluer des critères clés tels que la sécurité, le coût, le poids et la facilité d'utilisation, éléments cruciaux pour assurer le succès de la solution finale.

6.3.1 - NDM (Nomenclature des Matériaux)

Pour notre prototype final, nous avons apporté des modifications à la nomenclature des matériaux afin d'améliorer le produit final. Le coût final est élevé en raison du coût du séparateur qui l'augmente grandement.

Produit	Description	Quantité	Prix unitaire	Prix étendu	Lien
Round LED Light	LED Couleur : rouge Taille : 5 mm	1	0,60\$	0,60\$	https://makerstore.ca/shop/ols/products/round-led-light-5mm-3mm
Arduino Uno	Arduino Uno R3	1	15,25\$	15,25\$	https://makerstore.ca/shop/ols/products/arduino-uno-r3-clone
USB Cable	Type A/B 1 pied Bleu	1	2,75\$	2,75\$	https://makerstore.ca/shop/ols/products/usb-type-a-b-cables
Sound sensor	DAOKI 5-Pack High Sensitivity Sound Microphone Sensor Detection Module for Arduino AVR PIC	1	1,86\$/pièce	9,29\$	DAOKI 5-Pack High Sensitivity Sound Microphone Sensor Detection Module for Arduino AVR PIC : Amazon.ca: Tools & Home Improvement
PLA	Plastique filament Offerte gratuitement au MakerStore	95 g	0,10\$/g	9,50\$	MakerStore

	Couleur : noir				
Standard LCD	Taille 16x2 Écran blanc sur bleu	1	8,99\$	8,99\$	https://makerstore.ca/shop/ols/products/standard-lcd-16x2-extras-white-on-blue
Séparateur	16po x 15 po x 16 po 100% fibre polyester Le séparateur peut être démonté pour un rangement facile.	1	47,19\$	47,19\$	practical products Portable Acoustic Divider - Home Office freestanding - Classroom - Teaching Organizers - Desk Space countertops - Testing Centers - Sound dampening - Computer Desk (Small Grey) : Amazon.ca: Home
Jumper cables	Paquet de 10 5 cm Male - Female	1	1,00\$	1,00\$	https://makerstore.ca/shop/ols/products/jumper-cables-pack-of-10
Crochets utilitaires Command	17001C-VP, Moyen, Paquet-Prime 6 Crochet, 12 Bandes, 3 livres	1	4,23\$/chaque	12,68\$	https://www.walmart.ca/fr/ip/crochets-utilitaires-commandmc-17001c-vp-moyen-paquet-prime-blanc/10252883
TOTAL (sans taxes + sans livraison)			91,37\$	107,25\$	
TOTAL (avec taxes + livraison)			103,25\$	121,19\$	

Tableau 7. Coût des matériaux et des composantes du prototype final

6.3.2 - Liste d'équipements

- Ordinateur
- Imprimante 3D
- Application Arduino IDE
- Séparateur
- Crochet
- Matériel de plastique
- Logiciel Onshape

6.3.3 - Instructions

Afin de construire ce prototype, il faut se concentrer d'abord sur la programmation du système d'alerte puis installer le système d'entreposage du séparateur.

Étape 1 : Ouvrir le logiciel Arduino IDE sur l'ordinateur

Étape 2 : Consultez les figures 6, 7 et 8 pour suivre les lignes de code écrites par notre équipe. Il est aussi possible de copier-coller le code, qui est situé dans l'appendice 1.

Étape 3 : Télécharger le code au Arduino.

Étape 4 : Suivre les étapes expliquées lors du prototype 2 (section 6.2.3) afin de connecter chaque composante Arduino.

Étape 5 : Suivre les étapes expliquées lors du prototype 1 (section 6.1.3) afin de construire le boîtier.

Étape 6 : Insérer le circuit Arduino dans le boîtier en s'assurant que la sortie USB est alignée avec le trou du boîtier.

Étape 7 : S'assurer que l'intérieur du boîtier avec le circuit ressemble à la figure x ci-dessous. Le capteur de son doit être inséré dans le trou de plus grand diamètre. La lumière DEL doit être insérée dans le trou avec le plus petit diamètre. L'écran LCD doit être placé dans l'espace rectangulaire désigné.



Figure 29 – Intérieur du boîtier

Étape 8 : Fermer le boîtier et s'assurer qu'il est bien fermé. Vous pouvez maintenant placer le boîtier de côté.

Étape 9 : Enlever le papier et coller la partie appropriée sur le derrière du crochet Command Hook. Veuillez consulter la figure 30 ci-dessous.

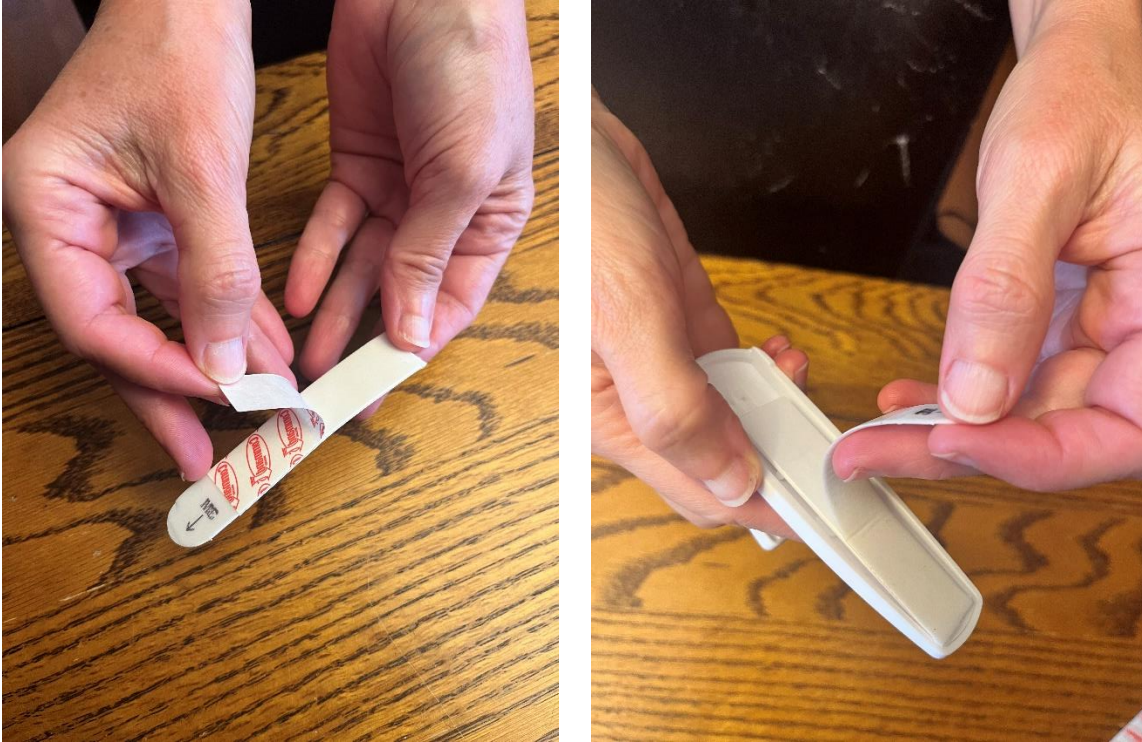


Figure 30 – Collant et crochet

Étape 10 : Coller le crochet sur l'intérieur du bureau ou de la surface voulue. Veuillez consulter la figure 31 ci-dessous.



Figure 31 – Crochet à l'intérieur du bureau

Étape 11 : Accrocher le séparateur sur le crochet.

Étape 12 : Installer le boîtier dans un coin de bureau, avec l'écran faisant face à l'employé.



Figure 32 – Installation complète du produit

6.3.4 – Essais et validation

Les essais sur le Prototype 3 ont été réalisés pour valider les aspects les plus importants de notre produit.

Premièrement, nous avons évalué la facilité d'utilisation. Pour ce faire, nous avons effectué des tests avec trois utilisateurs cibles. Deux des utilisateurs sont des étudiants à l'Université d'Ottawa et le dernier est un employé fédéral. Nous les avons demandés de s'asseoir à un bureau équipé d'un système d'alerte visuelle. Par la suite, nous les avons demandé d'aller chercher un séparateur insonorisant et de faire semblant qu'ils travaillent au bureau. Par exemple, nous les avons demandés de travailler en silence, bavarder puis parler d'un ton

élevé. À la fin du test, nous les avons demandés des questions pour savoir s'ils ont bien compris le fonctionnement des séparateurs, la signification de la lumière rouge et comment le dispositif fonctionne. Leurs réponses ont été enregistrés dans le tableau suivant :

Utilisateur	« Avez-vous compris le fonctionnement des séparateurs? »	« Avez-vous compris ce que la lumière rouge signifie? »	« En général, avez-vous trouvé le produit facile à comprendre et utiliser? »
Utilisateur 1	Oui. J'ai bien aimé le fait que je peux y accéder facilement et que c'est optionnel de l'utiliser.	Oui. Mon attention a aussi été facilement attirée, sans que ça soit trop dérangent.	Oui. Je comprends comment ce produit pourrait aider à réduire le bruit dans les bureaux partagés. Bon travail!
Utilisateur 2	Oui. J'aime comment qu'il y a plusieurs façons d'utiliser les séparateurs (ex : rencontre, concentration, sens d'espace personnel).	Oui. La lumière qui s'allume puis l'écran qui affiche le message simultanément est très bien pensé.	Je n'ai rencontré aucune difficulté à organiser mon espace et m'installer avec le système d'alerte ou les séparateurs.
Utilisateur 3	Oui, aucun problème.	Oui.	Oui. Je n'ai eu aucun problème à comprendre quel était le but de votre produit.

Tableau 8. Réponses des utilisateurs

Deuxièmement, nous avons effectué des tests sur le poids de notre produit. Pour le boîtier, nous avons mesuré un poids de 95 g. Nous avons été capable de manipuler aisément la boîte sur un bureau; le système d'alerte visuelle est très ergonomique. En même temps, nous avons mesuré le poids des séparateurs insonorisant. Nous avons mesuré un poids de 1120 g pour l'étui et le séparateur combiné. Le séparateur tout seul (la partie qui se fait manipuler par l'utilisateur) a un poids de 910 g. Ceci est un poids très accessible et facile à lever pour tous (moins qu'un kilogramme). C'est facilement transportable par toute personne et ne nécessite pas beaucoup d'efforts.

Troisièmement, nous voulons analyser le coût de notre produit. Selon notre NDM partagée dans la section 6.3.1, le coût unitaire de la solution est de 103.25 \$. Il est important de mentionner que le coût étendu est de 121.19\$. Ceci dépasse le budget de 75,00\$ par 28.25\$. Cependant, nous avons décidé de garder les séparateurs insonorisant et l'espace de stockage respectif puisque notre client a mentionné qu'il aimait bien cette idée. Nous avons donc décidé de plaire aux besoins du client et lui fournir une solution intéressante, au lieu de respecter la contrainte de coût.

Finalement, nous avons effectué des tests qui évaluent la solidité du boîtier. Nous étions intéressés de savoir si le boîtier allait s'ouvrir après avoir tombé d'une certaine hauteur. Ceci fait en sorte que nous pouvons évaluer la sécurité des composants Arduino installés dans le boîtier. En variant la hauteur des chutes (en passant de 0.2m à 2m) on a constaté que le boîtier ne se dépièce pas. Veuillez consulter la table de résultats ci-dessous.

Hauteur de chute (en m)	Solidité du boîtier?
0.2	Ne se dé-pièce pas
0.5	Ne se dé-pièce pas
0.7	Ne se dé-pièce pas
1	Ne se dé-pièce pas
1.5	Se dé-pièce

Tableau 9. Solidité du boîtier en fonction de la hauteur de chute (m)

7 - Conclusions et recommandations pour les travaux futurs

Résumé des réalisations:

Ce manuel d'utilisateur offre les instructions essentielles pour l'utilisation rapide de notre produit. Il couvre les fonctionnalités principales, le démarrage rapide, et les solutions aux problèmes courants, permettant une prise en main rapide sans consulter un guide détaillé.

Leçons apprises:

Plusieurs leçons ont été apprises. Premièrement on a su que le manque de connaissances, de compétences ne doit pas freiner notre projet. En effet étant donné que la plupart de nos membres ont des connaissances tournées vers les fluides et seulement deux d'entre nous sont en génie mécanique (1ère année), on a eu quelques problèmes pour donner de la forme à nos idées. Mais on a su comment s'y prendre en demandant de l'aide aux personnes qui sont plus qualifiées que nous (professeur, TA...). Avec cette mentalité on a pu terminer notre projet. Deuxièmement des soucis techniques, comme des erreurs d'impression 3D, ont retardé la construction du Prototype 1. Cela nous a appris qu'il est crucial de commencer les livrables et les prototypes plus tôt pour anticiper les imprévus.

Travaux futures et améliorations possibles:

Finalement à travers les leçons apprises les recommandations que l'on peut en tirer serait investir davantage d'argent dans les matériaux insonorisant dans l'espace de bureaux dans l'optique où les clients voudraient améliorer l'efficacité de la réduction du son. Comme travaux futurs en revanche on pourrait faire fonctionner le code sans ordi connecté, améliorer la gestion du temps, choisir un meilleur matériel pour le boîtier améliorer la précision du capteur de son et une coordination continue entre l'écran LCD et le DEL.

Objectifs atteints et perspectives pour l'avenir:

Si nous disposions de plus de temps, nous aurions exécutés les travaux futures cités ci-dessus. Nous ferions notre possible pour améliorer le budget en collaborant par exemple

avec d'autres entreprises. Nous aurions pu améliorer notre produit en ajoutant d'autres fonctions mais le temps ne nous l'a pas permis

Nos objectifs ont été atteints. Premièrement on a eu le boîtier qui fonctionne normalement avec la coordination de l'écran LCD et le DEL. Les panneaux insonorisant ont rajouté une touche unique à notre projet.

Conclusion

Pour conclure, comme mentionné dans ce manuel, notre prototype est au niveau de nos attentes. En effet, ce dispositif capable d'alerter les employés lorsque leur voix ou leur bruit dépasse un seuil acceptable, permet ainsi d'avoir un cadre professionnel plus calme et productif. Les panneaux insonorisant permettent de se sentir un peu chez soi, c'est à dire ils ajoutent un peu plus de privacy dans les bureaux partagés. Les travaux futures et améliorations possibles, visent à perfectionner le produit en le rendant plus moderne et efficace.

Remerciements

Nous tenons à remercier toutes les personnes qui ont participé dans ce projet. On remercie particulièrement le professeur et les assistants qui nous ont guidé et donné de précieux conseils pour faire avancer notre projet.

Nous tenons à remercier également les clients pour la confiance qu'ils ont placé en nous.

8 - Bibliographie

Amazon.ca, *DAOKI High Sensitivity Sound Microphone Sensor Detection Module for Arduino AVR PIC* [DAOKI 5-Pack High Sensitivity Sound Microphone Sensor Detection Module for Arduino AVR PIC : Amazon.ca: Tools & Home Improvement](#) (Consulté 04 novembre 2024)

Amazon.ca, *Practical Products Portable Acoustic DIvider (2021)*
[practical products Portable Acoustic Divider - Home Office freestanding - Classroom - Teaching Organizers - Desk Space countertops - Testing Centers - Sound dampening - Computer Desk \(Small Grey\) : Amazon.ca: Home](#)
(Consulté 28 octobre 2024)

Amazon.ca, *DAOKI microphone Sound Sensor Module AVR PIC High Sensitivity Voice Detection for Arduino with Dupont Cable (2020)*
[DAOKI 5PCS Microphone Sound Sensor Module AVR PIC High Sensitivity Voice Detection for Arduino with Dupont Cable : Amazon.ca: Electronics](#) (Consulté 22 octobre 2024)

“Decibel Chart of Common Sounds | DB Comparing Decibel Levels.” *Decibel Meter App* | *Best Digital Sound Level Meter for Your Smartphone*, (20 déc. 2024), [decibelpro.app/blog/decibel-chart-of-common-sound-sources/](#). (Consulté le 8 novembre 2024)

LAROUSSE. Dictionnaires français. (2024)
<https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/LED/46550> (Consulté 1 décembre 2024)

MAKERSTORE. *All products* (2024)
[MakerStore](#) (Consulté 23 octobre 2024)

MAKERSTORE. *Arduino Uno R3* (2024) <https://makerstore.ca/shop/ols/products/arduino-uno-r3-clone> (Consulté 08 novembre 2024)

MAKERSTORE. *Jumper Cables* (2024) <https://makerstore.ca/shop/ols/products/jumper-cables-pack-of-10> (Consulté 08 novembre 2024)

MAKERSTORE. *Light Controlled LED Basic Training Kit* (2024)
<https://makerstore.ca/shop/ols/products/light-controlled-led-basic-training-kit>
(Consulté 22 octobre 2024)

MAKERSTORE. *Light USB Type A/B Cables* (2024)
<https://makerstore.ca/shop/ols/products/usb-type-a-b-cables> (Consulté 08 novembre 2024)

MAKERSTORE. *Standard LCD* (2024) <https://makerstore.ca/shop/ols/products/standard-lcd-16x2-extras-white-on-blue> (Consulté 24 octobre 2024)

MAKERSTORE. *Round Red Lights* (2024) <https://makerstore.ca/shop/ols/products/round-led-light-5mm-3mm> (Consulté 22 octobre 2024)

WALMART. *Crochets utilitaires Command* (2024) <https://www.walmart.ca/fr/ip/crochets-utilitaires-commandmc-17001c-vp-moyen-paquet-prime-blanc/10252883> (Consulté 18 novembre 2024)

APPENDICES

APPENDICE I: Fichiers de conception

Veuillez consulter le lien Makerepo pour notre projet à l'adresse Internet suivante : <https://makerepo.com/Marieevestdenis/2135.gng1503b02-innoeng>

Tableau 10. Documents référencés

Nom du document	Emplacement du document et/ou URL	Date d'émission
Fichier OnShape (boîtier)	https://cad.onshape.com/documents/9e1cead37b95196ce243d19e/w/02cc2687bf8b5581075d6006/e/42fb801a6cdee768e9ec869c?renderMode=0&uiState=674e248ce27ccf36180e18d4	3 novembre 2024
Sondage sur le Prototype 1 (esthétique)	https://forms.office.com/Pages/AnalysisPage.aspx?AnalyzerToken=fxclLJiBWs4e0glF2G6qXrGZCeIKRcH8&id=sdof1BV-_Uy1-nIA5U3ra7fNKsqIDcFPiEwJbikuv3JUMEQyN0VLVIJBQIMxQ1AyNERPSkRZMVMzQy4u	3 novembre 2024
Livable F – Prototype 1	LIVRABLE F.pdf	3 novembre 2024
Livable G – Prototype 2	LIVRABLE G.pdf	10 novembre 2024
Livable H – Prototype 3	LIVRABLE H.pdf	24 novembre 2024

Code Arduino pour vérifier les connexions entre les composantes:

```
#include <Wire.h>
```

```
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
```

```
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
```

```
int soundPin = A0;
```

```

int ledPin = 8;

void setup() {
  pinMode(ledPin, OUTPUT);
  lcd.init();
  lcd.backlight();
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("Test LED...");
  delay(1000);
  digitalWrite(ledPin, HIGH);
  delay(1000);
  digitalWrite(ledPin, LOW);
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("Test Sound...");
  delay(2000);
}

void loop() {
  int soundLevel = analogRead(soundPin);
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("Sound: ");
  lcd.print(soundLevel);
  delay(500);
}

```

APPENDICE II: Autres Appendices

Tableau 11. Autres documents référencés

Nom du document	Emplacement du document et/ou URL
Livable A – Contrat d’équipe	LIVRABLE A.pdf
Livable B – Identification des besoins	LIVRABLE B.pdf
Livable C – Critères de conception	LIVRABLE C.pdf
Livable D – Conceptualisation	LIVRABLE D.pdf

Livrable E – Plan et coût du projet	<u>LIVRABLE E.pdf</u>
Livrable I – Matériels de présentation pour la Journée de Conception	<u>LIVRABLE I.pdf</u>